

DER PHYSIK UND CHEMIE.

BAND CXII.

I. *Ueber eine Legirung, welche als Widerstandsmaafs gebraucht werden kann;*
von Dr. A. Matthiessen.

Das von W. Weber ¹⁾ vorgeschlagene absolute Widerstandsmaafs ist das beste und wird es wohl stets bleiben, aber seine Herstellung erfordert so viel Apparate und Raum sowohl, als Geschicklichkeit in Manipulationen, dafs der Gebrauch desselben die Mittel der meisten Experimentatoren übersteigt. Ich habe es daher für der Mühe werth gehalten, einige Legirungen zu prüfen, um zu sehen, ob ich nicht eine finden könnte

- I) deren Widerstand derselbe bleibt, man mag sie aus absolut reinen oder käuflichen reinen Metallen darstellen: mit anderen Worten, eine solche Legirung, die von jedem Chemiker oder Probirer dargestellt werden kann, und immer dieselbe Leitungsfähigkeit besitzt;
- II) deren Leitungsfähigkeit durch das Weichmachen nicht verändert wird;
- III) deren Leitungsfähigkeit nicht viel variirt bei einer Erhöhung oder Erniedrigung der Temperatur;
- IV) welche sich nicht ändert durch Aussetzen an die Luft.

Die grofse Schwierigkeit absolut reine Metalle zu erhalten, und die Erfahrung, dafs die geringsten Spuren von Unreinigkeit den elektrischen Widerstand der meisten Metalle wesentlich erhöhen, schliesst ihren Gebrauch als Nor-

1) Pogg. Ann. Bd. 82, S. 33.

malmaafs aus und macht es wünschenswerth, dafs man, statt wie bisher die Leitungsfähigkeit von Metallen, Legirungen etc. mit der des Silbers, Kupfers, oder, wie vor Kurzem vorgeschlagen wurde, Quecksilbers ¹⁾ zu vergleichen, sie künftig mit der einer Legirung von den eben erwähnten Eigenschaften vergleichen könne. Die Legirung, die sich am besten zu einem Widerstandsmaafs für galvanische Ströme eignet, ist die von

2 Gewichtstheilen Gold ²⁾

1 " Silber,

denn wenn wir die Curve betrachten, die die Leitungsfähigkeit der Gold- und Silber-Legirungen ³⁾ darstellt, so finden wir einen Theil derselben fast geradlinig, d. h. zu der Legirung, welche 50 Vol.-Procent Gold enthält (welche den Mittelpunkt der geraden Linie bildet) darf man 1 oder 2 Proc. mehr oder weniger Gold hinzuthun, ohne ihre Leitungsfähigkeit irgendwie merklich zu ändern.

Um die erste Bedingung zu prüfen, habe ich die Legirungen in verschiedenen Ländern darstellen lassen, und ich bin den Herren zu vielem Danke verpflichtet, welche es unternahmen, sie darzustellen und zu besorgen.

Die folgende Vorschrift wurde gegeben:

Nimm 6 Grm. Probir- oder reinstes Gold

und 3 " " " " Silber

schmelze und giefsse es dreimal ⁴⁾ und ziehe es dann zu einem

1) Siemens, (Pogg. Ann. Bd. CX, S. 1). — Schröder van der Kolk, (Pogg. Ann. Bd. CX, S. 452). — Es ist zu bedenken, dafs der Gebrauch dieses Metalls als Norm dem folgenden wesentlichen Einwand unterworfen ist: dafs die Kupfer-Drähte- oder Platten, die in das Quecksilber tauchen, dieses nach einiger Zeit verunreinigen werden, und da Spuren fremder Metalle (0,1 Proc. oder 0,2 Proc.) eine Abnahme in der Leitungsfähigkeit des reinen Quecksilbers verursachen (nicht, wie Siemens sagt, eine Zunahme), so würde es nothwendig werden, dasselbe oft zu erneuern, wodurch eine große Quantität chemisch reinen Metalles erfordert wird.

2) Dies entspricht nahezu gleichen Volumen Gold und Silber.

3) Philos. Trans. f. 1860.

4) Es würde besser gewesen seyn hinzuzufügen: schmelze mit etwas Borax und Salpeter.

Draht von ungefähr 0,5^{mm} Durchmesser. Der Draht muß hart gezogen seyn.

Die Legirungen, mit denen experimentirt wurde, waren:

No. I: dargestellt aus reinem Gold und Silber von Hrn. R. Smith in Prof. Percy's Laboratorium, gezogen von einem Drahtzieher. Diese Drähte wurden in einem rothglühenden Tiegel weich gemacht:

No. II: gefertigt und gezogen in Brüssel, besorgt für mich von meinem Freunde Hrn. G. C. Foster, durch die Güte des Hrn. Prof. Stass, weich gemacht auf einem Drahtnetze über einer vierfachen Bunsen'schen Lampe.

No. III: gefertigt und gezogen in New-York, besorgt durch meinen Freund Hrn. C. M. Warren, weich gemacht ebenso wie No. II.

No. IV: gefertigt und gezogen in Paris, besorgt durch Hrn. Reuter. Dieser Draht wurde weich erhalten, es konnten daher keine Bestimmungen mit dem harten Drahte gemacht werden.

No. V: gefertigt und gezogen in Frankfurt, besorgt durch meinen Freund Dr. Dupré. Diese Drähte wurden auf einem Drahtnetze mit einer Bunsen'schen Glasbläserlampe weich gemacht.

No. VI: dargestellt und gezogen von einem Goldprobirer aus Probir-Gold und -Silber. Diese Drähte wurden weich gemacht ebenso wie No. II.

No. VII: dargestellt und gezogen von mir selbst, aus Probir-Gold und -Silber, welches Prof. Hofmann mir lieh. Weich gemacht wie No. II.

No. VIII: dargestellt und gezogen von mir selbst, aus reinem Gold und Silber. Weich gemacht wie No. II.

In Tabelle I sind die Werthe gegeben, welche für die Leitungsfähigkeit der obigen Legirungen gefunden wurden. Sie wurden verglichen mit der eines hart gezogenen Silberdrahts, dessen Leitungsfähigkeit bei 0° C. = 100 genommen ist.

Tabelle I.

No. der Legirung	hart.	Temp.	weich.	Temp.	Mittel auf 0° re- ducirt	
					hart.	weich.
No. I.						
1. Draht	14,99	14,5	15,02	15,0	15,08	15,13
2. Draht	14,87	15	14,92	15,2		
Mittel	14,93	14,8	14,97	15,1		
No. II.						
1. Draht	14,98	9,8	15,02	10,0	15,06	15,14
2. Draht	14,95	9,6	15,04	10,4		
Mittel	14,96	9,7	15,03	10,2		
No. III.						
1. Draht	14,60	16,8	14,66	17,0	14,85	14,92
2. Draht	14,75	16,2	14,82	17,4		
Mittel	14,68	16,5	14,74	17,2		
No. IV.						
1. Draht	—	—	14,94	6,0	—	15,06
2. Draht	—	—	15,02	9,8		
Mittel			14,98	7,9		
No. V.						
1. Draht	15,02	8,5	15,06	9,0	15,09	15,14
2. Draht	14,99	9,2	15,03	9,8		
Mittel	15,00	8,8	15,04	9,4		
No. VI.						
1. Draht	14,87	14,8	14,82	16,0	14,99	15,00
2. Draht	14,79	17,2	14,86	15,0		
Mittel	14,83	16,0	14,84	15,5		
No. VII.						
1. Draht	14,94	14,0	14,99	16,2	15,07	15,16
2. Draht	14,91	16,2	14,97	17,2		
Mittel	14,92	15,1	14,98	16,7		
No. VIII.						
1. Draht	14,86	18,4	14,92	18,2	15,05	15,10
2. Draht	14,88	16,6	14,90	17,0		
Mittel	14,87	17,5	14,91	17,6		
Mittel aus allen Versuchen					15,03 = 100	15,08 = 100,3

Setzen wir das Mittel der Werthe bei 0° der harten Drähte = 100, so finden wir, wie Tabelle II zeigt, dass die Unterschiede der Leitungsfähigkeiten der Legirungen sehr klein sind, in der That, dass der grösste nur 1,6 Proc. beträgt.

Tabelle II.

No. d. Legirung	hart	Differenz	weich	Differenz
I	100,3	+ 0,3	100,6	+ 0,3
II	100,2	+ 0,2	100,2	+ 0,4
III	98,8	- 1,2	99,2	- 1,1
IV	—	—	100,2	- 0,1
V	100,4	+ 0,4	100,7	+ 0,4
VI	99,7	- 0,3	99,8	- 0,5
VII	100,3	+ 0,3	100,8	+ 0,5
VIII	100,1	+ 0,1	100,4	+ 0,1

Die grosse Uebereinstimmung in den obigen Resultaten hat man theilweise dem Umstande zu verdanken, dass der Draht sich so sehr gut zieht. Er zieht sich eben so gut, wenn nicht besser, als irgend ein Draht, den ich versucht habe.

Der Vergleichung wegen will ich in Tab. III die von verschiedenen Experimentatoren gefundenen Werthe für die Metalle geben, mit welchen die übrigen gewöhnlich verglichen werden.

Tabelle III.

	Becquerel ¹⁾		Lenz ²⁾		Siemens ³⁾		Matthiessen	
	hart	weich			hart	weich	hart	weich
Silber	100,0	107,0	100		100	108,8	100	110
Kupfer	95,3	97,8	73,3		89,7	95,2	99,5	102
Gold	68,9	70,0	58,5		—	—	78	80
Quecksilber	1,86	3,42	bei 18°,7		1,72		1,63 bei 22°,8	

Wo keine Temperatur angegeben ist, sind die Versuche bei 0° C. angestellt worden.

1) *Ann. chim. et phys.* XVII (1846) p. 242.

2) *Pogg. Ann.* Bd. 34, S. 418 und Bd. 45, S. 105,

3) A. a. O.

Ein Theil dieser Differenzen mag vom Silber herrühren, welches vielleicht in einigen Fällen nicht chemisch rein gewesen ist; aber wenn wir irgend ein anderes Metall als Einheit nehmen, so kommen wir zu keinem besseren Resultate.

Tabelle IV zeigt die Unterschiede zwischen harten und weichen Drähten. Die weichen leiten besser nach.

Tabelle IV.

	Becquerel	Siemens mm	Matthiessen u. Holzmann ¹⁾
Silber	7 Proc.	8,8 Proc.	10 Proc.
Kupfer	2,6 "	6,1 "	2,5 "
Gold	1,6 "		2,6 "

Die Gold - Silber - Legirung jedoch variirt nur um 0,3 Proc.; ein neuer Grund, warum die Legirung von einem Jeden bereitet werden mag und doch dieselbe Leitungsfähigkeit hat.

Die folgenden Experimente zeigen die Wirkung einer erhöhten Temperatur auf die Leitungsfähigkeit dieser Legirung. Die Einzelheiten der Versuche, nebst dem angewandten Apparate, wird in Kurzem veröffentlicht werden in einer Arbeit von Dr. v. Bose und mir »über die Leitungsfähigkeit der Metalloide, Metalle und Legirungen bei verschiedenen Temperaturen«. Unsere Resultate stimmen gegenwärtig nicht überein mit denen von Arndtsen und Siemens, welche fanden, daß die Widerstände der meisten Metalle in geradem Verhältnisse zu den Temperaturen stehen; aber mit denen von Lenz, welcher die Leitungsfähigkeiten für verschiedene Temperaturen nach der Formel berechnete:

$$\lambda = x + yt + zt^2,$$

wo x die Leitungsfähigkeit bei 0°C. und y und z Constanten sind. Ich darf auch erwähnen, daß die Metalloide beim Erwärmen besser leiten, im Gegensatz zum Verhalten der Metalle.

1) Pogg. Ann. Bd. 110, S. 222.

Ein weicher Draht (No. I) wurde in einer Glasröhre im Wasserbade erhitzt (a) und darauf in einem Oelbade (b). Die Leitungsfähigkeit wurde bestimmt bei verschiedenen Temperaturen und die gefundenen Werthe sind in Tabelle V gegeben. Die für einen weichen Draht (No. V) gefundenen Werthe (c), beim Erhitzen im Oelbade, sind gleichfalls gegeben.

Tabelle V.

(a)	(b)	(c)
Temp. Leitungsfähigk.	Temp. Leitungsfähigk.	Temp. Leitungsfähigk.
0,4 = 15,053	9,1 = 14,954	6,1 = 15,088
19,5 = 14,854	30,9 = 14,728	33,3 = 14,798
41,3 = 14,626	53,5 = 14,501	51,6 = 14,607
60,6 = 14,431	71,4 = 14,325	73,3 = 14,391
82,7 = 14,219	95,1 = 14,094	96,7 = 14,162
100 = 14,052	69,4 = 14,342	73,3 = 14,391
79,3 = 14,251	47,9 = 14,550	51,4 = 14,609
59,1 = 14,453	30,8 = 14,730	31,7 = 14,814
39,3 = 14,647	10,5 = 14,939	10,3 = 15,039
17,9 = 14,865		
0,7 = 15,049.		

Der Durchmesser von (a) war 0,539^{mm}, seine Länge 683^{mm}; der von (c) 0,915^{mm} und seine Länge 987^{mm}. Indem wir das Mittel der beiden Temperaturen und Leitungsfähigkeiten nahmen und (nach der Methode der kleinsten Quadrate) die wahrscheinlichsten Werthe für x , y , z in der Formel $\lambda = x + yt + zt^2$ berechneten, wo λ die Leitungsfähigkeit bei t° , x die bei 0° , und y und z Constanten sind, fanden wir

$$\text{für (a) } \lambda = 15,059 - 0,01077t + 0,00000722t^2$$

$$" \text{ (b) } \lambda = 15,052 - 0,01074t + 0,00000714t^2$$

$$" \text{ (c) } \lambda = 15,152 - 0,01098t + 0,00000774t^2$$

Tabelle VI gibt das Mittel der beobachteten Leitungsfähigkeiten, nebst den nach den obigen Formeln berechneten, und die Differenzen beider.

Tabelle VI.

(a)

		Leitungsfähigkeit	
Temp.	gefunden	berechnet	Differenz
0,6	= 15,051	15,053	— 0,002
18,7	= 14,860	14,860	0,000
40,3	= 14,637	14,638	— 0,001
59,8	= 14,442	14,441	+ 0,001
81,0	= 14,235	14,234	+ 0,001
100	= 14,052	14,054	— 0,002

(b)

9,8	= 14,946	14,947	— 0,001
30,8	= 14,729	14,728	+ 0,001
50,7	= 14,526	14,526	0,000
70,4	= 14,333	14,331	+ 0,002
95,1	= 14,094	14,096	— 0,002

(c)

8,2	= 15,063	15,063	0,000
32,5	= 14,800	14,803	— 0,003
51,5	= 14,608	14,608	0,000
73,3	= 14,391	14,389	+ 0,002
96,7	= 14,162	14,162	0,000

Wenn wir nun die Leitungsfähigkeit bei $0^\circ = 100,3$ setzen, welches das Mittel der beobachteten Leitungsfähigkeiten ist (s. Tabelle II), so finden wir

$$\text{für (a) } \lambda = 100,3 - 0,07216t + 0,0000484t^2$$

$$\text{„ (b) } \lambda = 100,3 - 0,07196t + 0,0000478t^2$$

$$\text{„ (c) } \lambda = 100,3 - 0,07247t + 0,0000511t^2$$

und indem wir das Mittel nehmen vom Mittel von (a) und (b) (die beide derselbe Draht sind) und (c), so finden wir die Leitungsfähigkeit des weichen Drahts bei verschiedenen Temperaturen

$$\lambda = 100,3 - 0,07226t + 0,0000496t^2$$

Der nächste Schritt war, die Leitungsfähigkeit harter Drähte für verschiedene Temperaturen zu bestimmen; aber hier stießen wir auf große Schwierigkeiten: wenn nämlich

ein harter Draht bis 100° erhitzt worden ist, so findet man gewöhnlich nach dem Erkalten eine andere Leitungsfähigkeit, und um übereinstimmende Resultate zu erhalten, ist es nöthig den Draht mehr Male zu erwärmen: die dann erhaltenen Werthe bleiben jedoch dieselben, wie oft man auch den Draht erwärmen mag, welches zeigt, daß die Apparate und die Methode nicht fehlerhaft sind. Ob nach längerem Liegenlassen der Draht seine ursprüngliche Leitungsfähigkeit wieder erlange, ist ein Punkt der jetzt in Untersuchung steht. Mit weichen Drähten ist dies auch der Fall, aber in viel geringerem Grade. Alle die obigen Drähte sowohl als die folgenden, wurden mehrere Male erhitzt, ehe übereinstimmende Resultate erhalten wurden. Ich kann gegenwärtig nicht die Ursache dieses Verhaltens angeben, aber Dr. v. Bose und ich sind jetzt mit Experimenten darüber beschäftigt.

Harte Drähte der Legirungen No. V (a) und No. III (b) wurden erwärmt, (a) in einer Glasröhre, (b) im Oelbade. Die gefundenen Werthe sind in Tabelle VII gegeben.

Tabelle VII.

(a)		(b)	
Temp.	Leitungsfähigk.	Temp.	Leitungsfähigk.
0	= 15,075	14,3	= 14,870
20,9	= 14,858	35,6	= 14,608
46,5	= 14,605	50,8	= 14,460
76,4	= 14,318	67,6	= 14,300
100	= 14,094	98,1	= 14,011
71,6	= 14,370	70,4	= 14,275
51,4	= 14,566	54,4	= 14,426
23,8	= 14,838	35,2	= 14,613
0	= 15,075	14,1	= 14,824

Der Durchmesser von (a) war $0,616^{\text{mm}}$, seine Länge 876^{mm} , dieselben Größen von (b) $0,551^{\text{mm}}$ und 348^{mm} . Indem wir, wie vorher, das Mittel aus den beiden Temperaturen und Leitungsfähigkeiten nahmen und die Werthe x , y , z aus ihnen berechneten, fanden wir

für (a) $\lambda = 15,074 - 0,01012t + 0,00000329t^2$

» (b) $\lambda = 14,964 - 0,01011t + 0,00000410t^2$

Tabelle VIII gibt das Mittel der gefundenen Leitungsfähigkeiten und die nach den obigen Formeln berechneten, nebst ihren Differenzen

Tabelle VIII.

(a)

Leitungsfähigkeit

Temp.	gefunden	berechnet	Differenz
0	= 15,075	15,074	+ 0,001
22,3	= 14,848	14,850	— 0,002
49,0	= 14,586	14,586	0,000
74,0	= 14,344	14,343	+ 0,001
100	= 14,094	14,095	— 0,001

(b)

11,7	= 14,847	14,847	0,000
35,4	= 14,610	14,611	— 0,001
52,6	= 14,443	14,443	0,000
69,0	= 14,287	14,286	+ 0,001
98,1	= 14,011	14,011	0,000

Indem wir die Leitungsfähigkeit bei $0^\circ = 100$ setzen, erhalten wir

für (a) $\lambda = 100 - 0,06714t + 0,0000218t^2$

» (b) $\lambda = 100 - 0,06753t + 0,0000274t^2$

Mittel $\lambda = 100 - 0,06733t + 0,0000246t^2$

welches zeigt, daß eine Verschiedenheit stattfindet in der Leitungsfähigkeit bei verschiedenen Temperaturen zwischen weichen und harten Drähten dieser Legirung. Eine ähnliche Verschiedenheit haben wir schon zwischen harten und weichen Silberdrähten gefunden. Obgleich die für x , y , z gefundenen Werthe nicht sehr gut übereinstimmen mit einander, so macht es doch für alle Fälle keinen großen Unterschied, welche man braucht, da sie dieselben Resultate geben; wenn wir z. B. die Leitungsfähigkeit für die höchste gewöhnliche Sommertemperatur (in einem Zimmer), etwa 30° C. berechnen, so finden wir

im einen Falle 98,005
im andern „ 97,799

In Tabelle IX habe ich die Differenzen in der Leitungsfähigkeit einiger Metalle zwischen 0° und 100° gegeben. Die Leitungsfähigkeit bei 0° ist = 100 genommen.

Tabelle IX.

Silber	28,5 Proc. (weich)
Kupfer	29,0 „ (weich)
Gold	28,0 „ (weich)
Quecksilber	8,7 „ (Siemens)
Die Gold-Silber-	{ 6,5 „ (hart)
Legirung	{ 8,7 „ (weich).

Aus der vorhergehenden Tabelle wird man sehen, wie gut die Legirung geeignet ist zum Gebrauch als Normalmaafs, um die Widerstände anderer Metalle zu vergleichen.

Im Laufe dieser Experimente habe ich gefunden, dafs, sobald die meisten der reinen Metalle mit Spuren irgend eines andern legirt sind, diese Differenzen sehr schnell abnehmen, in der That fast in demselben Verhältnifs wie die Leitungsfähigkeit der Metalle selbst. Hieraus mag sich erklären, warum die Copien von Weber's Normalmaafs so unter einander differiren: so habe ich z. B. einen käuflichen Kupferdraht geprüft, dessen Leitungsfähigkeit zwischen 0° und 100° um umgefähr 7 Proc. variirt, während reiner Kupferdraht um 29 Proc. variirt. Nun angenommen, ein Draht von dem Kupfer, dessen Leitungsfähigkeit zwischen 0° und 100° um 7 Proc. variirt, werde verglichen mit einem Weber'schen Normalmaafs bei einer gewissen Temperatur, und dann mit einem reinen Kupferdraht bei einer andern Temperatur, etwa 20° Differenz, so ist es offenbar, dafs der reine Kupferdraht nicht denselben Widerstand haben wird, als das ursprüngliche Normalmaafs. Es ist bisher gewöhnlich angenommen worden, dafs die Leitungsfähigkeiten aller Kupferdrähte, ob rein oder käuflich, sich mit Temperaturveränderungen in gleichem Maafse verändern: diefs ist jedoch weit von der Wahrheit entfernt und sollte beachtet werden bei

der Construction eines Widerstandsthermometer nach der Beschreibung von Siemens¹⁾). Die vierte Bedingung bedarf keiner Worte; es ist zu wohl bekannt, wie sich Gold und Silber beim Aussetzen an die Luft verhalten.

Was die Kosten betrifft, so belaufen sie sich für 9 Grm. der Legirung, in Draht ausgezogen, auf ungefähr 8 Thlr., aber das Gold darin ist immer gegen 5 Thlr. werth, so dafs die wirklichen Kosten sehr gering sind. Natürlich mufs man Sorge tragen, das Gold vor Berührung mit Quecksilber zu schützen, welches leicht mit allen Gold-Silber-Legirungen sich amalgamirt. Das beste Mittel diefs zu verhindern ist, die Drähte zu firnissen.

Es ist ausserdem zu rathen, diese Legirung allemal von zwei verschiedenen Chemikern bereiten zu lassen, um sicher zu seyn, dafs kein Fehler vorgefallen sey.

Ich schlage daher vor, dafs alle die, welche den elektrischen Widerstand der Metalle studiren, eins ihrer Metalle mit dieser Legirung vergleichen möchten, ihre Leitungsfähigkeit bei $0^\circ = 100$ angenommen von 1^m Länge und 1^{mm} Dicke (harter Draht): denn dann würden wir im Stande seyn, die Resultate verschiedener Experimentatoren mit einander zu vergleichen.

Ich bedaure nicht im Stande zu seyn, den Werth des absoluten Widerstandes dieser Legirung, auf Weber's Widerstandsmaafs bezogen, zu geben: denn wenn dieser einmal bestimmt ist, werden wir natürlich eine Legirung von einem bekannten absoluten Widerstande herstellen können.

1) *Phil. Mag. Jan. 1861. p. 73.*

II. Ueber die Axenverhältnisse des Anorthotipes; von Dr. Leander Ditscheiner.

Im C. Bande dieser Annalen habe ich die Formeln angegeben, deren man sich zu bedienen hat, um die Axenverhältnisse eines Hemiorthotipes unmittelbar aus seinen Kantenwinkeln zu berechnen. Ich will nun im Gegenwärtigen den allgemeinsten Fall, der in dieser Beziehung sich ergeben kann, einer näheren Betrachtung unterziehen, und zwar die Aufgabe lösen: die Axenverhältnisse eines Anorthotipes zu berechnen unmittelbar aus seinen Kantenwinkeln.

Das Anorthotip ist bekanntlich die Grundgestalt des anorthotypen Krystallsystemes, und wird von acht ungleichseitigen Dreiecken begränzt, von denen nur je zwei einander parallel congruent sind. Die Axen dieser Gestalt sind in Folge dessen gegeneinander schief gestellt und sämmtlich von verschiedener Länge. Eine derselben wird als Einheit für das zu bestimmende Axenverhältniß angenommen. Die acht Begränzungsflächen eines Anorthotipes bilden sechs verschiedene Kantenwinkel, von denen jedoch nur fünf zur vollständigen Bestimmung desselben nothwendig sind, der sechste wird von diesen selbst bestimmt. Ist in Fig. 1 Taf. IV $ABCB'C'A'$ ein Anorthotip, so sind die sechs verschiedenen Kantenwinkel folgende: α an den Kanten AB und $A'B'$, β an AC und $A'C'$, γ an AB' und $A'B$, δ an AC' und $A'C$, ε an BC und $B'C'$ und endlich φ an CB' und BC' . Die Axen sind $AA' = 2a$, $BB' = 2b$ und $CC' = 2c$ und die Winkel unter denen sich dieselben schneiden $AOB = \psi_1$, $AOB = \psi_2$ und $BOC = \psi_3$. Für den Fall das einer dieser drei Winkel $= 90^\circ$ würde, geht das Anorthotip in das Hemianorthotip über, welches, eine Specialität des ersteren, ebenfalls sechs verschiedene Kantenwinkel besitzt, von denen jedoch nicht mehr als vier zur vollständigen Bestimmung nothwendig sind.

Um unsere Aufgabe möglichst einfach zu lösen, wollen

wir hier die analytische Geometrie des Raumes in Anwendung bringen, und nicht wie wir es beim Hemiorthotipe gethan haben, sie durch Auflösung jener Gleichungen ermöglichen, welche die Kantenwinkel als Function der Axenverhältnisse darstellen.

Wir denken uns nun in dem Mittelpunkte O des Coordinatensystems $Oxyz$ Fig. 2 Taf. IV eine Kugel vom Radius $= 1$ gestellt und ihre Durchschnitte mit den Coordinaten-Axen seyen A, A', B, B' und C, C' ; B sey der Pol eines der acht Dreiecke des Anorthotipes und in der Zone AB liege der Pol einer zweiten Fläche so, daß der Winkel $DOB = 180 - \varepsilon$ ist. Die Coordinaten von B und D sind also

$$B, \begin{cases} x = 1 \\ y = 0 \\ z = 0 \end{cases} D, \begin{cases} x = -\cos \varepsilon \\ y = 0 \\ z = \sin \varepsilon \end{cases}$$

Denken wir uns nun durch den Punkt B und durch D zwei Kugelflächen gelegt, deren Radien den Sehnen der Bogen $180 - \beta$ und γ entsprechen, so wird derjenige Punkt, welcher sowohl den beiden genannten Kugelflächen, als auch jener vom Radius 1 entspricht der Pol einer dritten Krystallfläche seyn, und es wird nun unsere Aufgabe seyn die Coordinaten dieses Poles zu bestimmen. Ist λ irgend ein gegebener Winkel, so ist seine Sehne s bekanntlich

$$s = 2 \sin \frac{\lambda}{2} = 2 \cdot \sqrt{\frac{1 - \cos \lambda}{2}}$$

für die durch den Punkt B gehende Kugelfläche haben wir also die Gleichung

$$x^2 + y^2 + z^2 + 2ax + 2by + 2cz + a^2 + b^2 + c^2 = r^2$$

wobei $a = 1$, $b = 0$ und $c = 0$ sowie $r = 2 \sqrt{\frac{1 - \cos \gamma}{2}}$ ist, wir erhalten also

$$x^2 + y^2 + z^2 + 2x + 1 = 2(1 - \cos \gamma) \quad (1);$$

für die durch den Punkt D gehende Kugel haben wir in der allgemeinen Gleichung zu setzen $a = \cos \varepsilon$, $b = 0$ und $c = \sin \varepsilon$, sowie $r = 2 \sqrt{\frac{1 + \cos \beta}{2}}$ ist, also

$x^2 + y^2 + z^2 + 2 \sin \varepsilon z - 2 \cos \varepsilon x + 1 = 2(1 + \cos \beta)$. (2).
Setzen wir zu diesen beiden Gleichungen noch jene der Kugel vom Radius = 1,

$$x^2 + y^2 + z^2 = 0 \dots \dots \dots (3),$$

so sind wir nun leicht im Stande die Coordinaten jenes Punktes zu bestimmen, der diesen drei Kugelflächen gemeinschaftlich ist. Durch Combination der ersten und dritten Gleichung finden wir nun

$$x = -\cos \gamma.$$

Durch Combination der zweiten und dritten folgt

$$-\cos \varepsilon x + \sin \varepsilon z = \cos \beta$$

oder indem wir das gefundene $x = -\cos \gamma$ in der letzteren Gleichung substituiren, erhalten wir

$$z = \frac{\cos \beta - \cos \varepsilon \cos \gamma}{\sin \varepsilon}$$

und diese beiden Gleichungen für x und z in die Gleichung

$$x^2 + y^2 + z^2 = 1$$

gesetzt, geben

$$y = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \beta - \cos^2 \gamma - \cos^2 \varepsilon - 2 \cos \beta \cos \gamma \cos \varepsilon}}{\sin \varepsilon}$$

Man ersieht aus dieser Gleichung, daß y zwei Werthe annehmen kann, einen positiven und einen negativen; da aber jede Fläche nur einen Pol besitzen kann, so wollen wir hier y als positiv annehmen; wir erhalten also für E folgende Coordinaten

$$E, \begin{cases} x = -\cos \gamma \\ y = + \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \beta - \cos^2 \gamma - \cos^2 \varepsilon - 2 \cos \beta \cos \gamma \cos \varepsilon}}{\sin \varepsilon} \\ z = \frac{\cos \beta - \cos \varepsilon \cos \gamma}{\sin \varepsilon} \end{cases}$$

Um nun den Pol der vierten Krystallfläche zu finden, legen wir wieder durch B und D zwei Kugelflächen, deren Radien den Sehnen $180 - \alpha$ und δ entsprechen. Die Gleichungen dieser beiden Kugelflächen werden also seyn

$$x^2 + y^2 + z^2 + 2x + 1 = 2(1 - \cos \delta) \text{ und}$$

$$x^2 + y^2 + z^2 + 2 \sin \varepsilon z - 2 \cos \varepsilon x + 1 = 2(1 + \cos \alpha)$$

und durch Combination dieser beiden Gleichungen mit jener

$$x^2 + y^2 + z^2 = 1$$

bekommen wir wieder wie oben

$$x = -\cos \delta$$

$$z = \frac{\cos \alpha - \cos \delta \cos \varepsilon}{\sin \varepsilon}$$

$$y = \pm \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha - \cos^2 \delta - \cos^2 \varepsilon + 2 \cos \alpha \cos \delta \cos \varepsilon}}{\sin \varepsilon}.$$

Sowie oben, hat auch hier y zwei Werthe und wir müssen hier den negativen Werth beibehalten, weil wir die Pole der zwei Krystallflächen F und E zu verschiedenen Seiten der Zone AB annehmen müssen. Wir haben also

$$F, \begin{cases} x = -\cos \delta \\ y = -\frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha - \cos^2 \delta - \cos^2 \varepsilon + 2 \cos \alpha \cos \delta \cos \varepsilon}}{\sin \varepsilon} \\ z = \frac{\cos \alpha - \cos \delta \cos \varepsilon}{\sin \varepsilon} \end{cases}$$

Mit Hülfe der Coordinaten der beiden Pole E und F sind wir nun auch schon im Stande die Relation auffindig zu machen, welche zwischen den sechs Kantenwinkeln des Anorthotipes stattfindet. Die Entfernung d der beiden Punkte E und F ist nämlich die Sehne des Bogens φ und wir haben also

$$d = 2 \sqrt{\frac{1 - \cos \varphi}{2}}$$

woraus folgt

$$\frac{d^2 - 2}{2} = -\cos \varphi$$

nun ist aber nach den Regeln der analytischen Geometrie des Raumes

$$d^2 = (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2$$

wobei x , y und z die Coordinaten des Punktes E , und x_1 , y_1 und z_1 jene von F sind. Setzt man diese in die folgenden Werthe, so findet man:

$$(x - x_1)^2 = (\cos \gamma + \cos \delta)^2$$

$$(y - y_1)^2 = \frac{(VM + VM_1)^2}{1 - \cos^2 \varepsilon}$$

$$(z - z_1)^2 = \frac{[(\cos \alpha - \cos \beta) - (\cos \delta - \cos \gamma) \cos \varepsilon]^2}{1 - \cos^2 \varepsilon}$$

wobei

$$M = 1 - \cos^2 \alpha - \cos^2 \delta - \cos^2 \varepsilon + 2 \cos \alpha \cos \delta \cos \varepsilon \text{ und}$$

$$M_1 = 1 - \cos^2 \beta - \cos^2 \gamma - \cos^2 \varepsilon + 2 \cos \beta \cos \gamma \cos \varepsilon.$$

Substituirt man diese in der obigen Gleichung für $\cos \varphi$, reducirt die erhaltene Formel, und setzt endlich der Kürze halber $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ und φ statt $\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma, \cos \delta, \cos \varepsilon$ und $\cos \varphi$, so erhält man schliesslich:

$$\varphi = - \frac{(\gamma \delta + \alpha \beta) - 2VM - (\alpha \gamma + \beta \delta) \varepsilon + (\gamma + \delta)^2 \varepsilon^2}{1 - \varepsilon^2} \quad (I).$$

wobei wieder

$$M = 1 - (\alpha^2 + \delta^2 + \varepsilon^2) + 2\alpha\delta\varepsilon \text{ und}$$

$$M_1 = 1 - (\beta^2 + \gamma^2 + \varepsilon^2) + 2\beta\gamma\varepsilon$$

sind.

Die unter I. gefundene Formel lehrt uns den sechsten Kantenwinkel eines Anorthotypes berechnen, sobald fünf derselben gegeben sind; sie kann aber auch in jedem anderen Krystallsysteme in Anwendung gebracht werden, sobald von demselben vier zu verschiedenen Gestalten gehörige Flächen gegeben sind, ihr Zusammenhang bezüglich der Grundgestalt jedoch nicht bestimmt ist, und der Winkel zu berechnen ist, den eine dieser Flächen gegen eine andere bildet, aber diejenigen welche diese untereinander bilden, durch Messung gefunden wurden.

Nachdem wir nun im Vorhergehenden die Pole der einzelnen Krystallflächen bestimmt haben, sind wir auch leicht im Stande die Gleichungen der Letzteren aufzustellen. Ist nämlich

$$x^2 + y^2 + z^2 = 1$$

eine Kugelfläche und M, x_1, y_1 und z_1 ein Punkt derselben, so hat man bekanntlich:

$$x_1 x + y_1 y + z_1 z = 1$$

als die Gleichung der durch M gehenden Tangentialebene der Kugel.

Für die durch den Punkt B gehende Krystallfläche wird also die Gleichung seyn:

$$x = 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad F_1,$$

d. h. diese eine Krystallfläche F_1 steht senkrecht auf der Axe der x und ist von O um die Einheit entfernt.

Die durch D gehende Krystallfläche F_2 hat die Gleichung

$$-\cos \varepsilon x + \sin \varepsilon z = 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad F_2,$$

also die Gleichung einer zur Axe der Y parallelen Ebene, die ebenfalls um die Einheit vom Coordinaten-Mittelpunkte entfernt ist.

Die durch E gehende Ebene F_3 hat die folgende Gleichung:

$$-\cos \gamma x + \frac{\sqrt{M_1}}{\sqrt{1-\cos^2 \varepsilon}} y + \frac{\cos \beta - \cos \gamma \cos \varepsilon}{\sqrt{1-\cos^2 \varepsilon}} z = 1 \quad . \quad F_3$$

und endlich jene durch F gehende Krystallfläche F_4 die Gleichung:

$$-\cos \delta x - \frac{\sqrt{M_1}}{\sqrt{1-\cos^2 \varepsilon}} y + \frac{\cos \alpha - \cos \delta \cos \varepsilon}{\sqrt{1-\cos^2 \varepsilon}} z = 1 \quad . \quad F_4$$

oder endlich wenn wir alle diese Flächen durch den Coordinaten-Mittelpunkt O legen, erhalten wir die Gleichungen:

$$F_1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad x = 0$$

$$F_2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \cos \varepsilon x + \sin \varepsilon z = 0$$

$$F_3) \quad . \quad -\cos \gamma x + \sqrt{\frac{M}{1-\cos^2 \varepsilon}} y + \frac{\cos \beta - \cos \gamma \cos \varepsilon}{\sqrt{1-\cos^2 \varepsilon}} z = 0$$

und endlich

$$F_4) \quad . \quad -\cos \delta x - \sqrt{\frac{M_1}{1-\cos^2 \varepsilon}} y + \frac{\cos \alpha - \cos \delta \cos \varepsilon}{\sqrt{1-\cos^2 \varepsilon}} z = 0,$$

wobei die oben für M und M_1 gegebenen Werthe auch hier geltend sind.

Sind zwei Ebenen durch ihre Gleichungen

$$Ax + By + Cz = 0 \quad \text{und}$$

$$A_1x + B_1y + C_1z = 0$$

gegeben, so sind bekanntlich die Gleichungen ihres Durchschnittes folgende:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{BC_1 - CB_1}{AB_1 - A_1B} z \\ y &= \frac{A'C - AC_1}{AB_1 - A_1B} z \end{aligned} \right\}$$

Wenn wir in diesen Gleichungen die oben gefundenen Werthe substituiren, so erhalten wir die Gleichungen der Durchschnitte der einzelnen Krystallflächen, oder was dasselbe ist, die Gleichungen der durch den Coordinaten-Mittelpunkt gelegten Kanten des Anorthotipes, und da sich vier Gleichungen zu je zwei sechsmal combiniren lassen, so erhalten wir auch sechs verschiedene Kanten.

Die Gleichungen für F_1 und F_2 geben die Gleichungen für die Kante K_1

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{0}{0} z \\ y &= \frac{\sin \varepsilon}{0} z = \infty z \end{aligned} \right\} \dots K_1$$

also ist K_1 eine mit der Coordinatenaxe der y identische gerade Linie.

Die Ebene F_1 gelangt mit der Ebene F_3 zum Durchschnitt; die Gleichungen der Kante K_2 sind also

$$\left. \begin{aligned} x &= 0 \\ y &= - \frac{\cos \beta - \cos \gamma \cos \varepsilon}{\sqrt{M}} z \end{aligned} \right\} \dots K_2.$$

Diesen Gleichungen zur Folge liegt also die Kante K_2 ganz in der coordinirten Ebene Oyz , und der Neigungswinkel, den sie gegen die horizontale coordinirte Ebene Oxy bildet, wird durch die Gleichung

$$\tan \nu = - \frac{\sqrt{M}}{\cos \beta - \cos \gamma \cos \varepsilon}$$

und jener, den sie mit der verticalen Ebene Oxz bildet, durch folgende Gleichung bestimmt:

$$\tan \nu_1 = \cot \nu = - \frac{\cos \beta - \cos \gamma \cos \varepsilon}{\sqrt{M}}.$$

Die Gleichungen des Durchschnittes der beiden Ebenen F_1 und F_4 sind

$$x = 0$$

$$y = - \frac{\cos \alpha - \cos \delta \cos \varepsilon}{\sqrt{M_1}} z \} \dots K_3,$$

welche Gleichungen wieder einer in der coordinirten Ebene Oyz liegenden geraden Linie entsprechen, deren Neigungen mit den Ebenen Oxy und Oxz sind:

$$\tan \nu = - \frac{\sqrt{M_1}}{\cos \alpha - \cos \delta \cos \varepsilon}$$

und

$$\tan \nu_1 = \cotang \nu = - \frac{\cos \alpha - \cos \delta \cos \varepsilon}{\sqrt{M_1}}.$$

Die Kante K_4 wird gebildet durch die beiden Ebenen F_2 und F_3 , wir haben also als die Gleichungen derselben

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon} z \\ y &= \frac{\cos \gamma - \cos \beta \cos \varepsilon}{\cos \varepsilon \sqrt{M}} z = \frac{D}{\cos \varepsilon \sqrt{M}} \end{aligned} \right\} \dots K_4$$

Die Kante K_4 tritt also bereits aus der coordinirten Ebene Oyz hinaus.

Die beiden Ebenen F_2 und F_4 bilden durch ihren Durchschnitt die Kante K_5 , also sind die Gleichungen für die Kante K_5

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon} z \\ y &= \frac{\cos \delta - \cos \alpha \cos \varepsilon}{\cos \varepsilon \sqrt{M_1}} z = \frac{B}{\cos \varepsilon \sqrt{M_1}} \end{aligned} \right\} \dots K_5.$$

Endlich werden sich noch die beiden Ebenen F_3 und F_4 schneiden und die Kante K_6 bilden, für welche die Gleichungen sind

$$\left. \begin{aligned} x &= \sin \varepsilon \frac{(\cos \alpha - \cos \delta \cos \varepsilon) \sqrt{M} - (\cos \beta - \cos \gamma \cos \varepsilon) \sqrt{M_1}}{\cos \delta \sqrt{M} - \cos \gamma \sqrt{M_1}} z \\ y &= \frac{\cos \alpha \cos \gamma - \cos \beta \cos \delta}{\cos \delta \sqrt{M} - \cos \gamma \sqrt{M_1}} z \end{aligned} \right\} \dots K_6.$$

Mit Hülfe der hier bestimmten Kanten sind wir nun leicht im Stande, das ganze Anorthotip zu construiren oder, was dasselbe ist, die Coordinaten der Ecken desselben zu bestim-

men. Es seyen zu diesem Behufe in Fig. 3 Taf. IV K_1 , K_2 , K_3 , K_4 , K_5 , K_6 die durch den Coordinaten-Mittelpunkt O gelegten Kanten des Anorthotips. Wir nehmen nun z. B. in der Kante K_2 einen Punkt B an, etwa so, daß seine verticale Coordinate $z = 1$ ist, und legen nun durch denselben eine Linie so, daß sie zu K_1 parallel ist. Es schneide diese Linie die Kante K_3 in dem Punkte C . Es ist nicht schwer einzusehen, daß diese beiden Linien sich überhaupt schneiden, da sämmtliche ja durch den Schnitt verschiedener Ebenen mit einer und derselben (d. i. der Fläche F_1) entstanden sind. Durch den Punkt B sowohl, als den Punkt C werden wir nun Linien legen, welche mit der Kante K_6 parallel sind. Die durch den Punkt B gelegte Linie wird die Kante K_4 , und jene durch C gelegte, die Kante K_5 , und zwar in den Punkten C_1 und B_1 schneiden. Legen wir nun noch durch B eine Parallele zu K_5 und durch C eine solche zu K_4 , so schneiden sich dieselben im Punkte A' . Die Punkte $OBCA'B'$ und C_1 werden nun die Ecken des Anorthotips seyn.

Die eben gegebene geometrische Construction wollen wir hier nun analytisch ausdrücken. Um den Punkt B zu finden, setzen wir in den oben für K_2 gefundenen Gleichungen den Werth $z = 1$, es sind also die Coordinaten von B

$$B \dots \begin{cases} x = 0 \\ y = -\frac{\cos \beta - \cos \gamma \cos \varepsilon}{\sqrt{M}} = -\frac{A}{\sqrt{M}} \\ z = 1. \end{cases}$$

Ebenso finden wir die Coordinaten für C , wenn wir in den Gleichungen für K_3 $z = 1$ setzen, wonach dieselben sich bestimmen lassen, als

$$C \dots \begin{cases} x = 0 \\ y = -\frac{\cos \alpha - \cos \delta \cos \varepsilon}{\sqrt{M_1}} = -\frac{C}{\sqrt{M_1}} \\ z = 1. \end{cases}$$

Sind die Gleichungen einer Linie gegeben

$$\begin{cases} x = az \\ y = bz \end{cases}$$

und sollen wir jene bestimmen, die durch den Punkt x_1, y_1, z_1 zur genannten Linie parallel geht, so lehrt die analytische Geometrie des Raumes, dafs diese sind

$$\begin{cases} x = az + (x_1 - az_1) \\ y = bz + (y_1 - bz_1) \end{cases}$$

Wir wollen nun hier zuerst den Punkt A' nach seinen Coordinaten bestimmen. Die durch den Punkt B , dessen Coordinaten wir oben gefunden haben, gehende, zu K_3 parallele Gerade wird also die Gleichungen besitzen

$$E_1 \begin{cases} x = \frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon} z - \frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon} \\ y = \frac{B}{\cos \varepsilon \sqrt{M_1}} z - \left(\frac{A}{\sqrt{M}} + \frac{B}{\cos \varepsilon \sqrt{M_1}} \right) \\ \quad = \frac{B}{\cos \varepsilon \sqrt{M_1}} - \frac{A \cos \varepsilon \sqrt{M_1} + B \sqrt{M}}{\cos \varepsilon \sqrt{M} \sqrt{M_1}} \end{cases}$$

Jene gerade Linie, welche durch den Punkt C zu der Linie K_4 parallel geht, wird die Gleichungen besitzen

$$E_2 \begin{cases} x = \frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon} z - \frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon} \\ y = \frac{D}{\cos \varepsilon \sqrt{M}} - \frac{C \sin \varepsilon \sqrt{M} + D \sqrt{M_1}}{\cos \varepsilon \sqrt{M} \sqrt{M_1}} \end{cases}$$

Für den Durchschnitt der beiden geraden Linien

$$\begin{cases} x = az + \alpha \\ y = bz + \beta \end{cases} \quad \begin{cases} x = a'z + \alpha' \\ y = b'z + \beta' \end{cases}$$

haben wir aber die Gleichungen

$$x = \frac{a\alpha_1 - a_1\alpha}{a - a_1}, \quad y = \frac{b\beta_1 - b_1\beta}{b - b_1} \quad \text{und} \quad z = \frac{\beta_1 - \beta}{b - b_1}.$$

Substituiren wir nun in diesen die oben für E_1 und E_2 gefundenen Werthe, so haben wir

$$A_1 \begin{cases} z = \frac{(C \cos \varepsilon - B) \sqrt{M} - (A \cos \varepsilon - D) \sqrt{M_1}}{D \sqrt{M_1} - B \sqrt{M}} \\ y = \frac{BC \sqrt{\frac{M}{M_1}} - DA \sqrt{\frac{M_1}{M}}}{D \sqrt{M_1} - B \sqrt{M}} \\ x = \frac{0}{0} \end{cases}$$

wobei A , B , C und D die oben angegebenen Werthe besitzen, und da uns hier x als unbestimmt erscheint, so müssen wir den für z gefundenen Werth in der E_1 und E_2 gemeinschaftlichen Gleichung

$$x = \frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon} (z - 1)$$

substituiren, wonach wir den Werth für x , nach gehörig vorgenommener Reduction finden als:

$$x = \sin \varepsilon \frac{C \sqrt{M} - A \sqrt{M_1}}{D \sqrt{M_1} - B \sqrt{M}}.$$

Die Verbindungslinie OA_x ist nun unsere Axe $2a$; in ihrem Halbirungspunkte liegt aber der Mittelpunkt der ganzen Gestalt, folglich sind für diesen die Coordinaten

$$M \begin{cases} x_0 = \frac{1}{2} \sin \varepsilon \cdot \frac{C \sqrt{M} - A \sqrt{M_1}}{D \sqrt{M_1} - B \sqrt{M}} \\ y_0 = \frac{1}{2} \frac{BC \sqrt{\frac{M}{M_1}} - DA \sqrt{\frac{M_1}{M}}}{D \sqrt{M_1} - B \sqrt{M}} \\ z_0 = \frac{1}{2} \frac{(C \cos \varepsilon - B) \sqrt{M} - (A \cos \varepsilon - D) \sqrt{M_1}}{D \sqrt{M_1} - B \sqrt{M}} \end{cases} \quad 1)$$

Wir können nun von der oben gegebenen Construction in sofern abgehen, als uns die Entfernung der Punkte O , B und C von dem genannten Mittelpunkte, bereits die Größe der Halbaxen a , b , und c giebt. Wir haben also

$$\left. \begin{aligned} a^2 &= x_0^2 + y_0^2 + z_0^2 \\ b^2 &= x_0^2 + \left(y_0 + \frac{A}{\sqrt{M}}\right)^2 + (z_0 - 1)^2 \\ c^2 &= x_0^2 + \left(y_0 + \frac{C}{\sqrt{M_1}}\right)^2 + (z_0 - 1)^2 \end{aligned} \right\} \quad 2)$$

oder, wenn wir $a =$ der Einheit setzen, auch

$$\left. \begin{aligned} a^2 &= 1 \\ b^2 &= \frac{x_0^2 + \left(y_0 + \frac{A}{\sqrt{M}}\right)^2 + (z_0 - 1)^2}{x_0^2 + y_0^2 + z_0^2} \\ c^2 &= \frac{x_0^2 + \left(y_0 + \frac{C}{\sqrt{M_1}}\right)^2 + (z_0 - 1)^2}{x_0^2 + y_0^2 + z_0^2} \end{aligned} \right\} \quad 3)$$

Zur vollkommenen Bestimmung des Anorthotipes erübrigt nur noch die Bestimmung der Neigungen der Axen, nämlich der Werthe ψ_1 , ψ_2 und ψ_3 . Wir sind leicht im Stande dieselben aus den Dreiecken OMB , OMC und BOC zu bestimmen. Wir dürfen dazu nur die Entfernungen OB , OC und BC , welche sind

$$\left. \begin{aligned} OB = d_1^2 &= \frac{A^2}{M} + 1 = \frac{A^2 + M}{M} \\ OC = d_2^2 &= \frac{C^2}{M_1} + 1 = \frac{C^2 + M_1}{M_1} \\ BC = d_3^2 &= \frac{C^2}{M_1} + \frac{A^2}{M} = \frac{A^2 M_1 + C^2 M}{M M_1} \end{aligned} \right\} \quad 4)$$

Denn sind a , b und c die Seiten eines Dreieckes, so ist der c gegenüberliegende Winkel α nach den Lehren der ebenen Trigonometrie

$$\cos \alpha = \frac{(a^2 + b^2) - c^2}{2ab}$$

und wir erhalten also die Gleichungen

$$\left. \begin{aligned} \cos \psi_1 &= \frac{(a^2 + b^2) - d_1^2}{2ab} \\ \cos \psi_2 &= \frac{(a^2 + c^2) - d_2^2}{2ac} \\ \cos \psi_3 &= \frac{(b^2 + c^2) - d_3^2}{2bc} \end{aligned} \right\} \quad 5)$$

Mit Hülfe der Gleichungen 1...5, in denen wir statt A , B , C und D , sowie statt M und M_1 , die Werthe:

$$A = \cos \beta - \cos \gamma \cos \varepsilon$$

$$B = \cos \delta - \cos \alpha \cos \varepsilon$$

$$C = \cos \alpha - \cos \delta \cos \varepsilon$$

$$D = \cos \gamma - \cos \beta \cos \varepsilon$$

$$M = 1 - (\cos^2 \alpha + \cos^2 \delta + \cos^2 \varepsilon) + 2 \cos \alpha \cos \delta \cos \varepsilon$$

$$M_1 = 1 - (\cos^2 \beta + \cos^2 \gamma + \cos^2 \varepsilon) + 2 \cos \beta \cos \gamma \cos \varepsilon$$

zu setzen haben, ist es nun ein leichtes, um unmittelbar aus den Kantenwinkeln die Axenverhältnisse in der angenommenen Weise berechnen zu können. Der Winkel φ erscheint in keiner der genannten Gleichungen, weil die Abmessungen des Anorthotypes von φ in sofern unabhängig sind, als dieses selbst eine Function der Winkel $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ und ε ist.

Es wird keinen Schwierigkeiten unterliegen, die Axenverhältnisse des Anorthotypes zu berechnen, wenn von den sechs Kantenwinkeln $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ und φ andere als die angenommenen fünf $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \varepsilon$ gegeben sind, etwa $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ und φ . Es kommen nämlich in allen unseren unter 1...5 gegebenen Gleichungen an die Stelle von $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ und ε die Werthe $\beta, \gamma, \delta, \alpha$ und φ , ferner an die Stelle von b und c die Werthe c und b . Man wird, um sich in diesem Falle gehörig orientiren zu können, das Anorthotip immer in eine zu Fig. 1 Taf. IV parallele Stellung bringen, so zwar, daß die vier zusammenstoßenden, durch ihre Kantenwinkel gegebenen Kanten, mit O übereinstimmend sich schneiden, und die ebenfalls gegebene fünfte Kante senkrecht auf die Sehrichtung des Auges kommt. So stellt Fig. 4 Taf. IV den ebenbehandelten Fall vor, daß $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ und φ gegeben sind. Um den sechsten Kantenwinkel zu finden, hat man ebenfalls in der unter I gegebenen Gleichung die genannte Verwechselung der Winkel vorzunehmen. Wir werden also zu setzen haben

$$A_1 = \cos \gamma - \cos \delta \cos \varphi$$

$$B_1 = \cos \alpha - \cos \beta \cos \varphi$$

$$C_1 = \cos \beta - \cos \alpha \cos \varphi$$

$$D_1 = \cos \delta - \cos \gamma \cos \varphi$$

$$M' = 1 - (\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \varphi) + 2 \cos \alpha \cos \beta \cos \varphi$$

$$M'_1 = 1 - (\cos^2 \gamma + \cos^2 \delta + \cos^2 \varphi) + 2 \cos \gamma \cos \delta \cos \varphi$$

ferner sind

$$b_1 = c$$

$$c_1 = b$$

$$a_1 = a$$

und endlich an die Stelle von

$\cos \varepsilon$ ist $\cos \varphi$ zu setzen, sowie an jené von $\sin \varepsilon$ auch $\sin \varphi$ wobei a_1 , b_1 und c_1 die durch Substitution der Werthe A_1 , B_1 , C_1 , D_1 , M' , M'_1 , $\cos \varphi$ und $\sin \varphi$ an die Stelle von A , B , C , D , M , M_1 , $\cos \varepsilon$ und $\sin \varepsilon$ erhaltenen a , b und c sind, und a , b und c aber die Axen der Grundgestalt selbst sind.

Die durch Substitution der Werthe A_1 , B_1 , C_1 , D_1 , M' , M'_1 , $\cos \varphi$ und $\sin \varphi$ erhalten Neigungswinkel der Axen, ψ'_1 , ψ'_2 und ψ'_3 sind

$$\psi'_1 = \psi_2$$

$$\psi'_2 = 180 - \psi_1$$

$$\psi'_3 = 180 - \psi_3$$

wobei wieder ψ_1 , ψ_2 und ψ_3 die eigentlichen Neigungen der Axen a , b und c bedeuten.

Wir haben schon oben aufmerksam gemacht, daß zur Bestimmung des Hemianorthotypes bloß vier der vorkommenden sechs Kantenwinkel nothwendig sind. Wir sind nun hier im Stande die Bedingungsgleichungen aufzustellen, welche für die sechs Kantenwinkel eines solchen stattfinden müssen. Beim Hemianorthotip ist der Axenneigungswinkel $\psi_3 = 90^\circ$ also nach den unter 5) aufgestellten Gleichungen

$$\cos \psi_3 = 0 = \frac{b^2 + c^2 - d_3^2}{2bc}$$

wornach also folgt

$$b^2 + c^2 = d_3^2.$$

Setzen wir für b^2 , c^2 und d_3^2 die ihnen entsprechenden Werthe, so finden wir nach gehöriger Reduction endlich als Bedingungsgleichung

$$x_0^2 + y_0^2 + z_0^2 + \frac{A\sqrt{M_1} + C\sqrt{M}}{\sqrt{M \cdot M'}} y_0 + 2z_0 + 1 = 0.$$

Setzen wir in dieser Relation, die unter 1) gefundenen Werthe und endlich statt A, B, C, D, M und M_1 die ihnen entsprechenden Functionen der Kantenwinkel $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ und ε , so wird diese selbst eine von diesen Winkeln allein abhängige Function, und man ist endlich im Stande ε auszudrücken als

$$\varepsilon = f(\alpha, \beta, \gamma, \delta).$$

Diesen hier gefundenen Werth in die Gleichung I, gesetzt, giebt ebenfalls

$$\varphi = F(\alpha, \beta, \gamma, \delta)$$

und wir haben somit die beiden Randkantenwinkel als Functionen der Axenkantenwinkel dargestellt. Die ausführliche Behandlung dieses Falles kann hier um so mehr übergangen werden, als dieselbe zu viel Raum in Anspruch nehmen würde und das Hemianorthotip eine ohnehin zu geringe Rolle in der Natur spielt. Da aber dieselbe Gestalt in der Natur unzweifelhaft erscheint und dieselbe ein interessantes Mittelglied zwischen Anorthotip und Hemiorthotip spielt, auch zu ihrer vollkommenen Bestimmung nur vier der Kantenwinkel nothwendig hat, so scheint es mir keineswegs gerechtfertigt dasselbe ganz als speciellen Fall des Anorthotipes anzusehen und es mit demselben zu vereinigen.

Um die Neigungen der durch je zwei der Axen a, b, c , gelegten Ebenen, um also die Neigungen der Hauptschnitte gegeneinander zu finden, müssen wir die Gleichungen dieser letzteren bestimmen. Wir suchen zu diesem Behufe die Gleichungen der durch K_1 und K_6 , ferner K_2 und K_5 und endlich K_3 und K_4 gehenden Ebenen, welche Ebenen parallel zu den Hauptschnitten durch den Coordinaten-Mittelpunkt gelegt sind.

Sind im Raume zwei gerade Linien

$$1. \quad \begin{cases} x = az \\ y = bz \end{cases} \quad \text{und} \quad 2. \quad \begin{cases} x = a_1 z \\ y = b_1 z \end{cases}$$

gegeben, so ist bekanntlich die Gleichung der durch beide gehenden Ebene

$$(b_1 - b)x + (a - a_1)y + (a_1b - ab_1)z = 0.$$

Die durch K_1 und K_6 gehende Ebene, wird die allgemeine Form haben

$$A_1x + B_1y + C_1z = 0$$

wobei

$$A_1 = 1$$

$$B_1 = 0$$

$$C_1 = \sin \varepsilon \cdot \frac{C\sqrt{M} - A\sqrt{M_1}}{\cos \delta \sqrt{M} - \cos \gamma \sqrt{M_1}}$$

Die durch K_2 und K_5 gehende Ebene hat ebenfalls die Form

$$A_2x + B_2y + C_2z$$

wobei

$$A_2 = \frac{B}{\cos \varepsilon \sqrt{M_1}} + \frac{A}{\sqrt{M}}$$

$$B_2 = -\frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon}$$

$$C_2 = -\frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon} \cdot \frac{A}{\sqrt{M}}$$

Endlich wird die durch K_3 und K_4 gehende Gleichung ebenfalls die Form

$$A_3x + B_3y + C_3z = 0$$

besitzen, wobei wieder

$$A_3 = \frac{D}{\cos \varepsilon \sqrt{M}} + \frac{C}{\sqrt{M_1}}$$

$$B_3 = -\frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon}$$

$$C_3 = -\frac{\sin \varepsilon}{\cos \varepsilon} \cdot \frac{C}{\sqrt{M_1}}$$

Die Neigung zweier Ebenen

$$a_1x + b_1y + c_1z = 0$$

$$a_2x + b_2y + c_2z = 0$$

wird ausgedrückt durch die Formel

$$\cos \alpha = \frac{a_1 a_2 + b_1 b_2 + c_1 c_2}{\sqrt{(a_1^2 + b_1^2 + c_1^2)(a_2^2 + b_2^2 + c_2^2)}}$$

die Neigungen unserer Hauptschnitte werden also ausgedrückt werden durch

$$\cos \Theta_1 = \frac{A_1 A_2 + B_1 B_2 + C_1 C_2}{\sqrt{(A_1^2 + B_1^2 + C_1^2)(A_2^2 + B_2^2 + C_2^2)}}$$

$$\cos \Theta_2 = \frac{A_1 A_3 + B_1 B_3 + C_1 C_3}{\sqrt{(A_1^2 + B_1^2 + C_1^2)(A_3^2 + B_3^2 + C_3^2)}}$$

$$\cos \Theta_3 = \frac{A_2 A_3 + B_2 B_3 + C_2 C_3}{\sqrt{(A_2^2 + B_2^2 + C_2^2)(A_3^2 + B_3^2 + C_3^2)}}$$

in welchen Gleichungen Θ_1 der Neigungswinkel der Hauptschnitte bc und ab , Θ_2 jenen der Hauptschnitte bc und ac und endlich Θ_3 jenen von ab und ac bedeutet.

Mohs hat das Anorthotip in eine solche Stellung gebracht, daß der Hauptschnitt bc horizontal gelegen und die Axe b in eine auf die Sehrichtung senkrecht stehende Lage kam; die Lage der Axe a war deshalb mit keiner unserer Coordinatenachsen übereinstimmend. Es erscheint aber nicht unzweckmäßig dem Anorthotipe eine solche Stellung zu geben, daß die Axe a vertical, die Axe b in eine Ebene zu liegen kommt, welche auf der Sehrichtung senkrecht steht. Die ganze Gestalt hat dann die Lage wie sie in Fig. 5 Taf. IV dargestellt. Man hat hierbei den Vortheil, die verticalen Prismen auch wirklich vertical gestellt zu haben, und in Folge dessen eine einfachere horizontale Projection der sämtlichen einfachen Gestalten und der Combinationen ermöglicht zu haben. Um die Gestalt durch gerade Linien bestimmen zu können, wird es nur nothwendig seyn, die einzelnen Endpunkte A , B und C durch ihre verticalen Coordinaten zu bestimmen; so ist für A , B und C

$$A \begin{cases} x = 0 \\ y = 0 \\ z = a_1 \end{cases} \quad B \begin{cases} x = b_1 \\ y = 0 \\ z = d_1 \end{cases} \quad C \begin{cases} x = e_1 \\ y = c_1 \\ z = f_1 \end{cases}$$

Die ganze Gestalt wird also gegeben seyn können durch das Verhältniß

$$a_1 : b_1 : c_1 : d_1 : e_1 : f_1$$

wobei a_1 gleich der Einheit wird gesetzt werden können.

Es wird nun unsere Aufgabe seyn, die Gröfsen a_1, b_1, c_1, d_1, e_1 und f_1 durch unsere schon oben gefundenen a, b, c, ψ_1, ψ_2 und ψ_3 auszudrücken.

Da die Axe der z eine für beide Coordinatensysteme (von denen das eine das rechtwinklige, das andere das schiefwinklige den Axen des Anorthotipes entsprechende ist) gemeinschaftlich ist, so folgt offenbar

$$a_1 = a$$

Die beiden Coordinaten b_1 und d_1 sind nach Fig. 5 Taf. IV leicht gefunden, es ist

$$\begin{aligned} b_1 &= b \sin \psi_1 \\ d_1 &= b \cos \psi_1. \end{aligned}$$

Zur Bestimmung der Coordinaten des Punktes C bedürfen wir die Neigungen der Linie OC gegen die drei coordinirten Axen Ox, Oy und Oz . Die Neigung dieser Linie gegen die verticale dieser Axen, nämlich gegen Oz , ist uns gegeben durch den Winkel ψ_2 . Um nun die beiden anderen bestimmen zu können, denken wir uns durch den Punkt O eine Kugel gelegt und mit dieser die Durchschnitte der Linien Ox, Oy, Oz, OC und OB gesucht, und seyen diese in Fig. 6 Taf. IV X, Y, Z, C und B . So können wir nun aus dem sphärischen Dreiecke ZCX den Winkel CX bestimmen. Es ist hier nämlich $ZB = \psi_1, ZC = \psi_2$ und $CB = \psi_3$, folglich erhalten wir den Winkel CZB als

$$\cos CZB = \frac{\cos \psi_3 - \cos \psi_1 \cos \psi_2}{\cos \psi_1 \cos \psi_2};$$

es sind somit in dem Dreiecke ZCX gegeben die Seite $ZC = \psi_2$ und $ZX = 90^\circ$, ferner der von ihnen eingeschlossene Winkel CZB ; es ist

$$\cos CX = \sin \psi_2 \cos CZB$$

oder auch nach der Substitution von $\cos CZB$

$$\cos CX = \sin \psi_2 \cdot \frac{\cos \psi_3 - \cos \psi_1 \cos \psi_2}{\cos \psi_1 \cos \psi_2}.$$

Ebenso erhält man aus dem Dreiecke ZCY den Bogen CY ; da $ZC = \psi_2$ und $CZY = 90^\circ - CZB$ ist auch

$$\cos CY = \sin \psi_2 \sin CZB$$

oder auch nach gehöriger Reduction

$$\cos CY = \frac{\sin \psi_2 \sqrt{\cos \psi_3 (\cos \psi_3 - 2 \cos \psi_1 \cos \psi_2)}}{\cos \psi_1 \cos \psi_2};$$

nach diesen Winkeln erhält man aber

$$x = e_1 = c \cos CX = c \sin \psi_2 \cdot \frac{\cos \psi_3 - \cos \psi_1 \cos \psi_2}{\cos \psi_1 \cos \psi_2}$$

$$y = c_1 = c \cos CY = c \sin \psi_2 \cdot \frac{\sqrt{\cos \psi_3 (\cos \psi_3 - 2 \cos \psi_1 \cos \psi_2)}}{\cos \psi_1 \cos \psi_2}$$

$$z = f_1 = c \cos CZ = c \cos \psi_2.$$

Wir erhalten also der Reihe nach

$$a_1 = a$$

$$b_1 = b \sin \psi_1$$

$$c_1 = c \sin \psi_2 \cdot \frac{\sqrt{\cos \psi_3 (\cos \psi_3 - 2 \cos \psi_1 \cos \psi_2)}}{\cos \psi_1 \cos \psi_2}$$

$$d_1 = b \cos \psi_1$$

$$e_1 = c \sin \psi_2 \cdot \frac{\cos \psi_3 - \cos \psi_1 \cos \psi_2}{\cos \psi_1 \cos \psi_2}$$

und endlich

$$f_1 = c \cos \psi_2$$

Für das Hemianorthotip ist $\psi_3 = 90^\circ$, folglich wird

$$a_1 = a$$

$$b_1 = b \sin \psi_1$$

$$c_1 = c \sin \psi_2 \sqrt{\frac{2}{\sin \psi_1 \cos \psi_2}}$$

$$d_1 = b \cos \psi_1$$

$$e_1 = -c \sin \psi_2$$

$$f_1 = c \cos \psi_2$$

und für das Hemiorthotip, wo noch $\psi_2 = 90^\circ$

$$a_1 = a$$

$$b_1 = b \sin \psi_1$$

$$c_1 = c$$

$$d_1 = b \cos \psi_1$$

wo bei allen diesen schiefaxigen Gestalten die Hauptaxe a_1 vertical gestellt ist.

**III. *Astronomische Ortsbestimmungen und magnetische Beobachtungen in Indien und Hochasien;*
von Hermann, Adolph und Robert
von Schlagintweit.**

Wir geben im Folgenden einen Auszug des ersten Bandes unseres Werkes, dessen specieller Gegenstand die astronomischen Ortsbestimmungen und magnetischen Beobachtungen sind.

Wir beschränken uns hier auf die Tabelle der Längen und Breiten und der magnetischen Elemente und auf einige der allgemeinen Resultate.

Für die Breitenbestimmungen benutzten wir Theodoliten, die Längen leiteten wir vorzüglich durch Chronometer ab, auch aus Mondstrecken und einer Mondfinsternis.

Genaue Tabellen der Vergleichen unserer Chronometer, deren wir vier hatten, sowie eine Zusammenstellung ihres Ganges sind gegeben.

Die magnetischen Beobachtungen machten wir mit englischen Instrumenten von Jones & Barrow. In der folgenden Tabelle beziehen sich die magnetischen Elemente auf Januar 1, 1856.

I. Tabellarische Zusammenstellung der Längen- und Breitenbestimmung und der magnetischen Beobachtungen.

No.	Ort.	Geographische Coordinaten.			Magnetische Elemente.				
		Nördliche Breite.	Oestliche Länge von Greenw.	Höhe. Engl. Fufs.	Declination. Oestlich.	Horizont. Intensität.	Inclination. Nördlich.	Vertical. Intensität.	Total. Intensität.
A. Indien.									
Gruppe I. Assam und Khásia Gebirge.									
1.	Dibrugárh ¹⁾ .	27° 32'	0''	94° 57' 35''	395	7,733	38° 30' 35	6,150	9,882
2.	Téapur . . .	26 34 35	92 46 45	239	0 22,5	7,758	37 14 93	5,898	9,746
3.	Udelguri . . .	36 45 40	91 56 30	352	2 36,3	7,740	36 27 65	5,719	9,624
4.	Goháti . . .	26 5 50	91 43 45	134	2 0,1	7,784	35 19,15	5,513	9,541
5.	Cherra Púnji . . .	25 14 15	91 40 30	4164	2 20,4	7,869	33 37,27	5,231	9,449
Gruppe II. Delta des Ganges und Brahmapútra.									
6.	Surajgáoj . . .	24° 22' 50''	89° 43' 20''	M. N. ²⁾			32° 3' 50		
7.	Dháka . . .	23 42 44	90 20 15	M. N.	2° 21',2		31 1 23		
8.	Kúlma . . .	22 45 55	89 36 55	M. N.	2 30,4		29 19,85		
9.	Calcutta . . .	22 33 1	88 20 34	M. N.	2 25,1	8,028	28 14,84	4,315	9,113

1) Bemerkung über die Transcription indischer Namen:

Die Vocale und Diphthonge lauten wie im Deutschen. ^v über a und e (ä und ö) bedeuten ein unvollständig gebildetes a und e, wie das englische u in but und e vor r in herd. Consonanten wie im Deutschen, mit folgenden Modificationen: ch = tsch im Deutschen, = ch im Englischen. j = dach im Deutschen, = j im Englischen. sh = sch; v = w in Wald.

2) M. N. = Meeres-Niveau oder nur wenige Fulse höher.

No.	Ort.	Geographische Coordinaten.			Magnetische Elemente.			
		Nördliche Breite.	Oestliche Länge von Greenw.	Höhe Engl. Fuß.	Declination. Oestlich.	Horizont.-Inclination.	Inclination. Nördlich.	Vertical-Intensität.

Gruppe III. Ganges Ebene.

10.	Rampur Bölea . . .	24° 21' 46"	88° 34' 20"	54	2° 20', 2	6,703	32° 0', 77	4,190
11.	Kisengánj . . .	26 6 0	87 56 8	140	1 53, 9	6,690	35 11, 95	4,719
12.	Pána . . .	25 37 12	85 7 32	170		7,678	33 32, 96	5,094
13.	Sigauli . . .	26 46 41	84 44 26	260			35 40, 10	
14.	Benáres . . .	25 18 26	82 59 47	325	1 50, 3	7,822	32 41, 25	5,020
15.	Láthnán . . .	26 51 10	80 55 32	520	2 37, 4	8,176	35 18, 55	5,789
16.	Aligárh . . .	27 53 50	78 3 55	760	1 37, 3		36 58, 90	
17.	Agra . . .	27 10 26	78 1 39	657	1 20, 0			
18.	Miráth . . .	29 0 41	77 41 48	865	1 48, 4			

Gruppe IV. Pünjab, Sindh und Kach.

19.	Ambála . . .	30° 21' 35"	76° 48' 49"	1026	2° 26', 2		40° 48', 40	
20.	Labór . . .	31 34 5	74 14 37	760	2 2, 3	7,175	43 17, 44	6,788
21.	Raulpindi . . .	33 36 30	72 59 49	1674	3 5, 5	6,889	45 55, 71	7,115
22.	Peshaur . . .	34 3 10	71 33 19	1250	2 27, 9	7,505	46 25, 75	7,889
23.	Shahpur . . .	32 14 0	72 32 30	680	1 19, 7			
24.	Déra Ismaél Khan . . .	31 39 35	70 56 30	478	0 58, 2	7,648	44 23, 47	7,489
25.	Multan . . .	30 10 10	71 34 34	480	0 54, 2			
26.	Shikarpur . . .	27 55 10	68 51 50	60		8,000	36 2, 0	5,820
27.	Sévan . . .	26 25 0	67 56 40	140	0 35, 0			9,893

No.	Ort.	Geographische Coordinaten.			Magnetische Elemente.			
		Nördliche Breite.	Oestliche Länge von Greenw.	Höhe. Engl. Fuß.	Declination. Oestlich.	Horizont.-In- tensität.	Inclination Nördlich.	Total-Inten- sität.
28.	Kärachi	24° 45' 30"	67° 0' 51"	M. N.	0° 6',0			
29.	Bhūy	23 17 0	69 40 0	283	0 12,0	8,012	28° 25',0	9,109
30.	Rajkot	22 13 0	71 7 0	325	0 13,3			
Gruppe V. Central- und Süd-Indien								
31.	Säger	23° 50' 9"	78° 43' 26"	1880	1° 10',5	8,666	29° 58',84	9,863
32.	Jāblpur	23 9 39	79 56 18	1480		8,633	28 31,14	4,711
33.	Nāgri	20 25 25	78 52 50	850		8,817	22 49,99	3,634
34.	Rajamāndri	17 10 30	81 46 35	M. N.	1 24,8	8,023	16 23,53	2,590
35.	Madras	13 4 11	80 13 56	M. N.	0 59,3	8,008	7 52,34	1,114
36.	Bombay	18 53 30	72 49 5	M. N.	0 19,1		19 6,6	2,775
37.	Pōna	18 30 23	73 52 8	1819			19 2,25	
38.	Mahabalēshvar	17 55 25	73 38 42	4396			16 25,50	
39.	Kāladghi	16 12 55	75 29 55	1720	0 30,0		14 27,25	
40.	Bellāri	15 8 57	76 53 45	1580	0 21,0	8,641	11 59,68	1,838
41.	Utukamānd	11 23 40	76 43 10	7278	0 57,0	8,835	4 27,32	0,686
42.	Utatur	11 4 40	78 51 40	280			2 50,08	
43.	Galle	6 2 30	80 10 45	L. L. a. S	0 41,0	8,003	7 40,90 S.	1,077

No.	Ort.	Geographische Coordinaten.			Magnetische Elemente.			
		Nördliche Breite.	Oestliche Länge von Greenw.	Höhe Engl. Fufs.	Declination. Oestlich.	Horizont. Intensität.	Inclination. Nördlich.	Vertical. Intensität.
B. Hochasien.								
a. Himálaya.								
Gruppe VI. Bhután bis Nepál.								
44.	Nárigún	26° 53' 50"	92° 6' 0"	3615	4° 43,0	7,266	37° 8',11	5,502
45.	Darjiling	27° 3' 0	88 15 15	7168	2 48,0	6,548	36 32,97	4,854
46.	Rangét Bridge	27° 4' 50	88 10 15	3130		6,632		8,152
47.	Tóngto	27° 1' 50	88 3 55	10080	2 30,5	6,872	36 25,04	5,068
48.	Fáikít	27° 6' 20	87 59 0	12042	2 24,8	6,648	36 54,96	4,995
49.	Kathmándu	27° 42' 5	85 12 9	4350	2 35,8	6,922	37 34,24	5,326
Gruppe VII. Kámáon und Gárhvál.								
50.	Nainítal	29° 23' 34"	79° 30' 55"	6409	2° 28',2	7,707	38° 33',71	6,144
51.	Mílum	30° 34' 35	79 54 49	11640	2 40,3	7,972	40 31,91	6,815
52.	Mána	30° 47' 0	79 20 50	10670	2 44,9	7,894	41 25,24	6,965
53.	Mána Pafs	30° 5' 0	79 15 20	18852				10,528
54.	Usilla	30° 7' 40	78 18 10	8940		8,116	42 13,24	7,366
55.	Massuri	30° 28' 30	77 59 58	7549		8,125	41 15,12	7,127
Gruppe VIII. Simla bis Házára.								
56.	Vángtu Bridge	31° 37' 0"	77° 54' 0"	4210			43° 22',80	
57.	Rámpur	31° 31' 0	77 37 0	3215			42 46,43	

No.	Ort.	Geographische Coordinaten.			Magnetische Elemente.				
		Nördliche Breite.	Oestliche Länge von Greenwich.	Höhe. Engl. Fufs.	Declination. Oestlich.	Horizont-al-In-tensität.	Inclination, Nördlich.	Vertical-Inten-sität.	Total-Inten-sität.
58.	Simla	31° 6' 6"	77° 7' 36"	7091	2° 55' 5	7,158	42° 30', 0	6,559	9,709
59.	Sultcupur	31 57 50	77 5 50	3880	3 2 6		43 52,19		
60.	Kardong	32 33 50	77 0 35	10233	3 23,3	7,821	44 28,44	7,679	10,960
61.	Srinäger	34 4 36	74 48 30	5144	2 59,9	6,814	46 58,20	7,300	9,986
62.	Diver	34 34 5	74 46 0	7718			47 41,65		
63.	Mozterabad	34 22 25	73 31 10	2220	3 23,9	6,660	47 20,00	7,226	9,827
64.	Märrī	33 51 0	73 22 40	7260	3 21,1	6,886	46 2,84	6,935	9,633

b. Tibet.

Gruppe IX. Gnári Khórsun.

65.	A Lapitel . . .	. . .	30° 46' 20"	79° 52' 0"	13304
66.	A Güngel . . .	. . .	31 14 0	79 44 40	13420
67.	Günshankár . . .	. . .	31 23 30	80 18 0	19980
68.	Cháko La Pass . . .	. . .	31 23 55	80 11 0	17730
69.	Gátok . . .	. . .	31 40 0	80 18 25	15090
70.	A Dira . . .	. . .	31 18 55	79 32 40	13800
71.	A Jbi Gámin . . .	. . .	30 56 10	79 19 30	16910
72.	Paling . . .	. . .	31 15 30	79 15 40	14207
73.	Nélong Pass . . .	. . .	31 7 30	79 0 4	18475

Gruppe X. Ladák.

74.	Mūd	31° 55' 35"	78° 1' 20"	12421
75.	Tōmoriri	32 45 25	78 16 36	15130

No.	Ort	Geographische Coordinaten.			Magnetische Elemente.			
		Nördliche Breite.	Oestliche Länge von Greenw.	Höhe. Engl. Fufs.	Declination. Oestlich.	Horizont.-In-ten-sität.	Inclination. Nördlich.	Vertical-Inten-sität.
76.	Tsomagnalín . . .	33° 39' 50"	78° 38' 30"	14010	3° 21',8	6,856	46° 34',05	7,242
77.	Lácha Lung Pass . .	33 3 50	77 35 35	16750				9,972
78.	Leh . . .	34 8 21	77 14 36	11527	3 22,6	6,913	46 52,64	7,381
79.	Pádun . . .	33 28 0	76 54 15	11590	3 40,8		45 51,97	10,113
80.	Dah . . .	34 32 35	76 25 5	9690				
81.	Sáiser Pass . . .	35 6 0	77 27 35	17753	3 31,9		48 17,68	10,197
82.	Kárgil . . .	34 30 0	76 4 2	8845	3 10,1	6,830	47 57,15	7,574
83.	Dras . . .	34 28 0	75 43 5	9951		6,922	46 51,45	7,386

Gruppe XI. Báti und Hasóra.

No.	Ort	Geographische Coordinaten.			Magnetische Elemente.			
		Nördliche Breite.	Oestliche Länge von Greenw.	Höhe. Engl. Fufs.	Declination. Oestlich.	Horizont.-In-ten-sität.	Inclination. Nördlich.	Vertical-Inten-sität.
84.	Huibe . . .	35° 33' 30"	76° 35' 20"	10440				
85.	Chorkónda . . .	35 33 20	75 56 0	13790	2° 53',4		48° 43',25	
86.	Shinchakbli Bianga .	35 56 35	76 0 20	13553				
87.	Tso Ka . . .	35 58 0	76 3 0	15724			49 18,92	
88.	Akoli . . .	35 41 20	75 56 0	9710				
89.	Chutron . . .	35 44 35	75 25 40	8060				
90.	Shigar . . .	35 28 35	75 45 30	7537				
91.	Skardo . . .	35 20 12	75 44 0	7250	4 5,1	7,274	48 20,52	8,174
92.	Tashing . . .	35 15 40	74 40 40	9691	4 17,7	7,138	48 23,82	8,039

No.	Ort.	Geographische Coordinaten.			Magnetische Elemente.			
		Nördliche Breite.	Oestliche Länge von Greenw.	Höhe. Engl. Fuß.	Declination. Oestlich.	Horizont.-Intensität.	Inclination. Nördlich.	Vertical-Intensität.
c. Karakorum und Kuenlun.								
Gruppe XII.								
93.	Karakorum Pass	35° 46' 55"	77° 30' 21"	18341	3° 33',6	7,140	49° 13',75	8,280 10,933
94.	Kiuk-Kiöl	35 40 0	77 56 0	15460				
95.	A Süget	36 10 25	77 57 5	12960	4 21,5		50 12,35	
96.	A Büllu	35 49	77 31	16889				
97.	A Chilgane	35 58	77 35	16416				
98.	A Kisiikorum	35 57	77 50	17762				
99.	A Aksie Chin	35 52	77 51	16620				
100.	A Karakash valley	35 49	77 51	14820				
101.	A Käfir Dera	35 50	78 12	14420				
102.	A Bashmalgün	35 50	78 17	14214				
103.	A Karakash valley	35 51	78 22	14000				
104.	A Sikander Mokam	36 3	78 29	13864				
105.	A Karakash valley	36 8	78 14	13613				
106.	A Sumgal	36 8	78 5	13212		6,979	50 5,38	8,343 10,879
107.	A Gulbagashén	36 9	77 45	12252				
108.	Elechi Daván Pass	36 13	78 7	17379				
109.	Bashia	36 26	78 19	9310				
110.	Elechi	36 50	78 20					
111.	Yáktan	38 10	74 0					
112.	Kásbgar	39 15	71 50					

Für die Construction der magnetischen Linien wurden noch die von Capitain Elliot 1845 bis 1849 gemachten Beobachtungen im indischen Archipel benutzt. Unter den älteren, obwohl nicht immer sehr genauen Materialien sind zu nennen: die Bestimmungen der Declination von Officieren der indischen Marine 1834 — 1849 und kleine Reihen oder vereinzelte Beobachtungen von Blossville, Hodgson, Boileau, Taylor und Caldecott, Cunningham und Broun. Für diese säculären Veränderungen der Declination konnten einzelne Materialien bis zum Jahre 1605 zurück benutzt werden; die meisten dieser Beobachtungen sind von Capitainen der indischen Marine gemacht und, auch größtentheils in Hansteen's »Untersuchungen über den Magnetismus der Erde« enthalten.

II. Resultate für die Ortsbestimmungen.

Unsere Längen und Breitenbestimmungen waren vorzüglich im Norden von Indien von Interesse, besonders da es uns gelungen war, als die ersten Europäer den Karakorum zu überschreiten, die Höhe des Kuenlün-Kammes zu bestimmen und noch bedeutend weiter nördlich, bis gegen Káshgar und Yárkand vorzudringen.

1. Für den Himalaya von Gnári Khórsum, zeigten unsere Beobachtungen mit wenigen Ausnahmen (wie Nélong und Púling) eine gute Uebereinstimmung mit früheren Breiten; aber die Längen sind mehr westlich als man sie bisher annahm. Im Mittel beträgt der Unterschied in den östlichen Theilen von Gnári Khórsum 10' und in den westlichen Theilen 8'.

2. Die Breiten von Spiti und Ladák, Provinzen in Westtibet, sind auf den Karten zu nördlich angegeben, aber nur um einige Minuten; für Bálti hingegen zeigten unsere Beobachtungen, daß die Längen bedeutend zu südlich angenommen wurden, ja selbst für einige der wichtigsten Orte wie Skárdo und Shígar; für beide beträgt der Fehler 10'. Ueberdies sind von Adolph auf seinen verschiedenen Routen im Jahre 1856 durch directe Beobachtungen

die geographischen Coordinaten einer Anzahl von Orten bestimmt worden, die bis jetzt auf den Karten gar nicht verzeichnet sind.

Für die soeben angeführten Provinzen haben wir in Betreff der Längen bedeutende Differenzen gefunden; der ganze nördliche Theil von West-Tibet muß nach unsern Beobachtungen 22' bis 25' nach Westen verschoben werden. Auch die südöstlichen Theile liegen im Mittel 12' bis 18' zu östlich.

3. Orte nördlich von Tibet, im Kuenlün und Turkistán, wurden bisher auf den Karten nach jenen Daten eingetragen, welche so sorgfältig von Klaproth gesammelt und veröffentlicht wurden. Aber die Genauigkeit dieser Positionen, die zunächst auf chinesischen Autoritäten und auf vereinzeltten Beobachtungen einiger Missionäre im 17. Jahrhundert beruhen, sind von vielen Geographen als zweifelhaft betrachtet worden. Wir fanden, daß auf bisher existirenden Karten stets der Kuenlün als die Wasserscheide zwischen Tibet und Turkistán angegeben wurde, während die Hauptkette, der Karakórum, entweder ganz weggelassen ist oder als untergeordnete Kette behandelt wird.

Wir waren daher nicht überrascht zu finden, daß nach unseren Beobachtungen und nach Zusammenstellung verschiedener sorgfältig gesammelter Itinerare und anderer geographischer Daten, die Längen im Mittel 2° zu östlich angenommen wurden und die Breiten 9' zu nördlich.

4. Im Allgemeinen ist Tibet nicht ein Plateau, sondern ein ganz gut definirtes Längenthal, allerdings mit bedeutender Höhe der Thalsole, besonders in den centralen Theilen. Nur in den Gegenden zwischen dem Karakorum und dem Kuenlün, besonders am westlichen Ende des Kuenlün, befinden sich ausgedehnte Plateaus in den überraschenden Höhen von 16000 bis 17200 Fufs. Als die Gränzen Hoch-Asiens, der Region der größten bis jetzt bekannten Erhebungen der Erde, sowohl in Beziehung auf Gipfel und hohe Thäler, als zuweilen auch Plateaus, bezeichnen wir im Allgemeinen folgende:

Im Norden die Depression südlich des Sáyaushan, im Osten die Flusssysteme, welche die indochinesische Halbinsel durchziehen, im Süden die nördlichen Ebenen Indiens, im Westen Badakshán und Kábul.

III. Resultate der magnetischen Beobachtungen.

1. Declination.

a. Die Linie ohne Abweichung nähert sich der nord-westlichen Mündung des Indus und läuft in ihrer südlichen Fortsetzung, bei einem mittleren Abstand von $2\frac{1}{2}$ Längengraden, der westlichen Küste Indiens ungefähr parallel.

b. Ganz örtliche Störungen fanden wir verhältnißmäßig selten und sie waren stets nur auf einen kleinen Raum beschränkt. Gewöhnlich liefs sich deutlich erkennen, daß sie in directem Zusammenhange mit der Beschaffenheit des Bodens oder der Felsarten standen: etwas häufiger waren sie im Allgemeinen in der Nähe des magnetischen Aequators; nur in den Khássia-Gebirgen fanden wir einmal eine sehr bedeutende, wo die Gröfse der Störung 6° betrug.

Abweichungen von einem allgemeineren Charakter fanden wir in Assám, auf beiden Seiten des Brahmapútra. Hier ist die Declination geringer als man erwarten sollte, während sie am Fusse des östlichen Himálaya, in Bhután, wo ein kleinerer Theil der Vorstufen aus Granit besteht, etwas zu groß ist. Auch die Linie von $2^\circ 30'$ ist unregelmäßig, wenn man sie nach den Iravádi zu fortsetzt. In Utakamánd, in den Nilgiris, beträgt die Declination $20'$ zu viel.

c. Die Zone der raschesten Zunahme liegt zwischen $29-34^\circ$ nördlicher Breite und $80-71^\circ$ östlicher Länge. Die Lage der centralen Masse des Himálaya und des Karakorum scheint auf sie nicht ohne Einflüsse zu seyn.

d. Im Karakorum und Kuenlúen fanden wir die Declination größer als sie bisher auf magnetischen Karten angegeben war.

e. Drei kleine Kärtchen zeigen die Declination in den früheren Jahrhunderten von 1600—1800; man sieht dar-

aus, daß die Linie ohne Abweichung sich immer mehr, und zwar sehr bedeutend, nach Westen herüber geschoben hat.

2. Inclination.

Die Indische Halbinsel liegt in der Zone der raschen Zunahme der Inclination mit der Breite, welcher mehr oder minder den magnetischen Aequator um die ganze Erde begleitet.

Diese Zone der raschen Zunahme ist nach unseren Beobachtungen für Indien etwas breiter, als man sie bisher angenommen hat. Der magnetische Aequator zeigt eine kleine aber sehr bestimmte Krümmung nach Norden oberhalb Ceylon. Innerhalb der letzten 10 Jahre hat er sich mehr nach Norden gewandt.

Die isoklinischen Linien sind die regelmässigsten in Beziehung auf ihre Form unter den drei Elementen. Ihr gegenseitiger Abstand verändert sich sehr wenig. Cherra Púnyi, und Mahabaléshvar, beides Orte, in denen die jährlich fallende Regenmenge ein Maximum erreicht, sind zugleich Regionen localer Unregelmässigkeiten für die Inclination, welche hier zu gering ist.

Die eigenthümliche Modification, welche wir bei den isodynamischen Linien hervorheben werden, findet sich nicht bei der Inclination im südlichen und Central-Indien, wohl aber findet sich ähnlich wie bei den isodynamischen Linien eine Depression längs dem ganzen südlichen Fusse des Himálaya.

Einen Einfluß der Höhe konnten wir innerhalb zwei bis drei Minuten nicht beobachten; solche Unterschiede sind überhaupt so geringe Gröfsen, daß sie ausserhalb der Grenzen der absoluten Bestimmung für jene Instrumente liegen, wie man sie jetzt zur Bestimmung dieses Elementes hat.

Kleine locale Störungen sind zwar nicht selten, aber im Allgemeinen nur dann bemerkbar, wenn das Instrument absichtlich auf den Boden selbst gestellt wird. Die Gröfse der Störungen ist im Allgemeinen so gering, daß sie vollständig verschwindet, sobald man das Instrument, wie es

gewöhnlich geschieht, einige Fufs über dem Boden aufstellt.

Für die Linien gleicher verticaler Intensität haben wir keine eigenen Karten gegeben, da die Linien analog den isoklinischen sich verändern; von dieser Uebereinstimmung kann man sich leicht überzeugen, wenn man bei den einzelnen Stationen die Werthe der Inclination mit jener der verticalen Intensität vergleicht.

3. Totale Intensität.

Dieses Element hat ganz unerwartete Modificationen gezeigt, die auch für allgemeine Betrachtungen über die magnetischen Verhältnisse der Erde nicht ohne Interesse seyn dürften.

Die Linien, welche durch das Innere von Indien gehen, erleiden zwei bestimmte Modificationen. Es besteht in Central-Indien eine Region von grofser relativer Zunahme der totalen Intensität, eine Region, welche sich von Nágri über Jáblpur und Bellari bis Utukamand erstreckt; ja selbst wenn wir diese Stationen bei der Construction der magnetischen Linien nicht unmittelbar einschliessen, so bleibt dessenungeachtet eine bedeutende Biegung nach Süden in einer Ausdehnung und mit einer Bestimmtheit, die, soviel wir wissen, bis jetzt noch nirgends beobachtet wurde.

Eine andere Modification ist die Abnahme der totalen Intensität längs dem Südfusse des Himálaya, besonders längs dem östlichen Theile. Die Ursachen dieser Modification sind, wie wir glauben, folgende:

Die mächtige Wirkung einer tropischen Insolation verändert bedeutend die physikalischen und magnetischen Eigenschaften des Bodens, besonders jener Thonschichten, welche in verschiedener Dicke so ausgedehnte Flächen Central-Indiens bedecken. Durch den Einfluss der Insolation erleiden diese Schichten eine Veränderung ähnlich dem Unterschiede zwischen gewöhnlichem Thon und gebranntem Thon.

Die Ausdehnung dieser störenden Ursache und der Um-

stand, daß sie der Oberfläche so nahe liegt, scheint die magnetische Intensität entschieden zu vermehren. Diese Ansicht ist noch durch den Umstand unterstützt, daß die subtropische Region, in welcher wegen der großen Regenmenge der Boden sehr feucht ist und wo die directe Insolation sehr geschwächt ist, sich als eine Zone relativer Abnahme der magnetischen Intensität zeigt.

Obwohl eine Zunahme der Temperatur eine Abnahme des Magnetismus erwarten lassen sollte, so kann man doch nicht dieses Gesetz auf die isodynamischen Linien in Central-Indien anwenden, da hier permanente Veränderungen in der physikalischen Beschaffenheit des Bodens allmählich hervorgebracht werden.

Außer Indien giebt es wohl nur wenige tropische Gegenden, welche, in Folge ihrer Gestalt und Größe, den Einfluß zeigen können, welchen große Flächen tropischen Bodens im Gegensatz zu Océanen ausüben.

Für die totale Intensität liefs sich, obwohl unsere höchste Station über 18000 Fufs hoch war, kaum ein Einfluß der Höhe erkennen.

Darin stimmen unsere Beobachtungen mit jenen überein, welche in anderen Theilen der Erde gemacht wurden und besonders mit jenen von Lamont.

IV. *Polarlicht, magnetische Perturbationen und Sonnenflecken, beobachtet von Ch. Hansteen in Christiania.*

Da ich durch Beobachtungen über die Zeit von 300 horizontalen Schwingungen eines magnetischen Stahlcyinders zu verschiedenen Tageszeiten zwischen 8 Uhr Vormittags bis 10 Uhr Nachmittags von 1820 bis 1827 bemerkt hatte, daß das Minimum der horizontalen Intensität eintrat unge-

fähr um 10 Uhr Vormittags, und das Maximum nahe eine Stunde vor Sonnenuntergang, so vermuthete ich, daß eine ähnliche Variation sich auch bei der Inclination zwischen diesen zwei Zeitpunkten des Tages zeigen müßte. Nachdem ich in 1838 in Besitz eines vortrefflichen Inclinatoriums von Gambey mit zwei Nadeln gekommen war, fing ich an, immer die Neigung an diesen zwei Zeitpunkten des Tages, abwechselnd mit beiden Nadeln in verschiedenen Monaten zu beobachten. Seit Mai 1855 habe ich diese Beobachtungen in *jedem Monate* des Jahres wenigstens 5, öfters 8 bis 10 Tage beobachtet, und dabei immer gleichzeitig das Bifilar von einem Gehülften beobachten lassen.

Die *tägliche Variation* der Inclination (Ueberschuß der Vormittags- über die Nachmittags-Beobachtung) fand ich im Mittel aus verschiedenen Jahren wie folgt:

Januar	0,373	4 Jahren
Februar	0,239	4 "
März	0,974	4 "
April	2,185	7 "
Mai	3,155	6 "
Juni	3,231	8 "
Juli	2,787	6 "
August	1,766	6 "
September	1,831	6 "
October	1,227	4 "
November	0,928	4 "
December	0,239	3 "

Die tägliche Variation wächst folglich, ebenso wie die horizontale Intensität, sehr regelmäfsig von der Wintersonnenwende bis Juni, und nimmt nachher ebenso regelmäfsig ab bis December. Die einzelnen Beobachtungen haben selten mehr als ein Paar Zehntel-Minuten von den angeführten Mittelzahlen abgewichen. Nur im December, da die tägliche regelmäfsige Variation geringe ist, und die unregelmäfsigen Perturbationen häufig, hat etliche Mal die Nachmittags-Inclination die Vormittags-Inclination um et-

liche Zehntel-Minuten überstiegen, oder die Variation war negativ.

Seit Anfang April 1859 fingen plötzliche und unerwartete Unregelmäßigkeiten an sich zu zeigen, indem die Vormittags-Inclination ungewöhnlich groß und die Nachmittags-Inclination noch mehr ungewöhnlich klein war. Die folgende Tafel enthält die am meisten auffallenden, zugleich mit dem gleichzeitigen Stande des Bifilars, reducirt auf eine Normal-Temperatur von $+5^{\circ}$ R. In den hellen Sommer-nächten Mai bis September kann das Nordlicht nicht gesehen werden. Noch ist zu bemerken, daß die Scale des Bifilars nur bis 900 geht, und daß, wenn der Stand diesen Punkt überschreitet, er auf eine weniger genaue Art durch Hinstellung einer Hülfscale bestimmt werden muß.

1859.	Vormittag.	Inclination.	Stand des Biflars.	Nach- mittag.	Inclination.	Stand des Biflars.	Variation.		
							Inclinat.	Biflar.	
April	14 10 ^h 37 ^m	71° 25', 724	689,62	5 ^h 53 ^m	71° 20', 212	795,26	+ 5', 512	- 105,64	Hell, Unruhe Nachmittag
	20 10 23	24,574	710,08	6 10	20,845	779,53	+ 3,729	- 69,45	Nebel
	21 10 30	23,818	715,88	6 15	70 56,344	1201	+ 27,474	- 485	Nordlicht Abends
	23 10 24	25,492	695,55	6 19	71 18,448	827,25	+ 7,044	- 131,70	Nordlicht - Bogen Abends
Mai	11 10 15	71° 20', 720	717,68	6 25	71 19,534	796,00	+ 4,186	- 78,32	Hell
	12 10 30	21,987	708,79	6 27	17,076	809,66	+ 4,911	- 100,87	do.
	15 10 14	23,950	704,87	6 7	19,729	790,75	+ 4,221	- 85,88	do.
	19 10 12	22,812	708,96	6 20	10,290	960,34	+ 12,556	- 251,38	do.
Jun	7 10 20	71° 23', 916	705,26	6 24	71 17,396	777,53	+ 6,520	- 72,27	Hell
	8 10 20	23,625	697,80	6 25	6,609	993,74	+ 17,016	- 295,94	do.
Juli	16 10 18	23,591	707,35	6 20	19,224	780,07	+ 4,367	- 72,72	Regen
	10 10 17	71° 21', 730	720,00	6 24	71 17,205	794,90	+ 4,525	- 74,96	
	11 9 51	25,158	681,95	7 7	17,280	806,23	+ 7,878	- 124,28	

Juli	11	10 ^h 31 ^m	71° 25', 265	692,85	6 ^h 32 ^m	71° 8', 546	961,35	+16', 659	—268,50	Hell, cumulus
	14	10 18	23,332	693,88	6 19	18,916	763,56	+ 4,416	— 69,68	
	19	10 24	27,010	647,73	6 28	14,675	829,47	+12,335	—181,74	Stark südl. Wind
	21	10 24	23,849	709,78	6 20	19,554	768,40	+ 4,295	— 58,62	Hell
August	22	10 28	71 24,459	698,36	6 14	71 16',949	831,26	+ 7,510	—133,90	Dunstig
	29	10 21	31,556	642,77	5 13	19,796	821,91	+11,760	—179,14	Starkes Nordlicht am 28. und in der Nacht Strahlendes Nordlicht um 12 Uhr Abends
September	2	10 23	71 29,012	637,56	4 16	70 26,978	1438,91	+62,034	—801,35	
	2	—	—	—	6 36	71 5,794	1020,91		—383,35	
	16	10 27	24,789	695,12	5 39	19,999	844,06	+ 4,788	—148,94	
	18	10 38	26,465	676,94	5 34	21,842	775,10	+ 4,623	— 98,16	
	27	10 20	26,964	684,90	5 18	21,324	767,23	+ 5,640	— 82,33	Nordlicht den 26. Abends
October	8	10 26	71 27,786	727,61	5 12	71 23,988	775,64	+ 3,796	— 48,03	Zweifelhaft Vormittag
	12	10 41	26,604	687,70	4 58	28,750	635,12	— 2,146	+ 52,58	Nordlicht 17. Nachmittag
	18	10 24	30,394	666,48	4 40	10,708	1082,20	+19,689	—355,72	» 18. Abends
	21	10 26	26,455	702,96	4 32	10,244	962,1	+16,211	—259,14	

Hieraus ersieht man 1) dafs die Inclination am Vormittage gröfser ist, als am Nachmittage, die horizontale Intensität dagegen kleiner, mit der einzigen Ausnahme am 12. October, wo das umgekehrte Verhältnifs stattfindet. 2) Dafs die Gröfse der täglichen Variation der Inclination und der horizontalen Intensität sehr nahe mit einander proportional sind. Im Mittel aus den täglichen gröfsten Inclinationen am Vormittage und aus den kleinsten am Nachmittage, und aus dem gleichzeitigen Stande des Biflars habe ich nämlich gefunden, dafs

Inclination.	Biflarstand.
71° 29',493 correspondirt mit	648,63
70 59,449 " "	1116,48
Differenz + 30,044 " "	467,85

Folglich giebt eine *Abnahme* von 15,572 Scalentheilen des Biflarstandes, eine *Zunahme* der Inclination von 1'. Um die nahe Uebereinstimmung dieses Verhältnisses mit den Beobachtungen zu zeigen, habe ich folgende Vergleichungen gemacht.

		Variation beobachtet		Berechnet
		Biflar	Inclination	Inclination
April	14	— 105,64	+ 5,512	+ 6,784
	21	— 485,00	+ 27,474	+ 31,152
	23	— 131,10	+ 7,044	+ 8,419
Mai	12	— 100,87	+ 4,911	+ 6,477
	19	— 251,38	+ 12,526	+ 16,143
Juni	8	— 295,94	+ 17,016	+ 19,004
Juli	11	— 124,28	+ 7,878	+ 7,981
	11	— 268,50	+ 16,659	+ 17,242
	19	— 181,74	+ 12,335	+ 11,671
August	22	— 139,90	+ 7,510	+ 8,599
	29	— 179,14	+ 11,760	+ 11,504
September	2	— 801,35	+ 62,032	+ 51,460
	2	— 383,35	+ 23,218	+ 26,983
	16	— 148,96	+ 4,788	+ 9,565
	18	— 98,16	+ 4,623	+ 6,304
October	27	— 82,33	+ 5,640	+ 5,287
	12	+ 52,58	— 2,146	— 3,376
	18	— 355,72	+ 19,686	+ 22,843
	21	— 259,14	+ 16,211	+ 16,611

Bei den kleineren Variationen der Inclination ist die berechnete etwas zu groß, bei den größeren zu klein.

Um die großen und plötzlichen Veränderungen der horizontalen Intensität zu zeigen in den merkwürdigen Tagen vom 28. August bis 6. September, wo das Polarlicht eine starke Störung der Telegraphen hervorbrachte, will ich folgende Beobachtungen des Bifilarstandes in Christiana anführen.

1859.	Tageszeit.	Bifilar.	1859.	Tageszeit.	Bifilar.	1859.	Tageszeit.	Bifilar.
Aug. 28	9 ^h 22 ^m Vorm.	701,09	Aug. 29	10 ^h 35 ^h Vorm.	715,55	Sept. 2	10 ^h 11 ^m Vorm.	608,27
	2 10 Nachm.	764,98		1 55 Nachm.	941,50		10 36 „	637,53
29	9 28 Vorm.	243,00		2 17 „	914,15		11 29 „	616,87
	9 43 „	349,30		5 11 „	823,45		2 25 Nachm.	1381,77
	10 5 ^h „	628,59		5 25 „	840,85		4 27 „	1438,91
	10 6 ^h „	618,31		5 35 „	801,42		5 30 „	1104,69
	10 8 „	623,33	30	9 19 Vorm.	670,10		6 30 „	1020,41
	10 9 ^h „	638,78		9 58 „	674,80	3	9 21 Vorm.	650,12
	10 10 ^h „	612,81		0 45 Nachm.	707,17		1 58 Nachm.	926,13 Nordlicht
	10 12 „	573,91		1 55 „	751,18	4	9 19 Vorm.	670,05
	10 13 ^h „	550,81		5 30 „	732,08		0 39 Nachm.	718,40
	10 14 ^h „	531,81		5 45 „	734,26		1 58 „	891,37
	10 27 „	709,11	31	9 16 Vorm.	667,72		4 28 „	1034,20
	10 28 ^h „	698,88		1 55 Nachm.	737,95		4 35 „	969,00
	10 29 „	674,74	Sept. 1	9 21 Vorm.	678,02		4 45 „	959,00 N. L. Ab.
	10 30 ^h „	670,18		2 5 Nachm.	711,26	5	9 14 Vorm.	705,15
	10 31 ^h „	693,78	2	9 21 Vorm.	607,70		2 15 Nachm.	1060,49 N. L. Ab.
	10 33 „	723,43		9 41 „	757,40	6	9 11 Vorm.	641,85
	10 34 ^h „	718,93		9 49 „	780,07		2 5 Nachm.	806,25 N. L.

Bei den schnell auf einander folgenden Variationen am 29. August ist jeder Bifilarstand ein Mittel aus drei auf einander folgenden größten Elongationen; bei den übrigen ist der Stand berechnet nach der von Gaußs vorgeschlagenen Methode; alle reducirt auf die Normaltemperatur.

Bei dem prachtvollen Nordlichte am 18. October wurden noch folgende Beobachtungen des Bifilarstandes aufgezeichnet:

Oct. 18	9 ^h 16 ^m	Vorm.	+678,87	4 ^h 54 ^m	Nachm.	+1022,20	9 ^h 29 ^m	-138,8
	10 20	»	+682,62	8 14	»	+550,67	9 33	+229,23
	10 39	»	+650,94	8 39	»	+518,17	10 4	+581,51

Zwischen 4^h 54^m und 9^h 29^m, da der Stand auf der andern Seite des Nullpunktes war, war folglich die größte Variation = 1161 Scalentheile. Jeder Scalentheil gilt $\frac{1}{15970}$ der horizontalen Intensität; folglich war die Variation = $\frac{1}{13,76}$ der horizontalen Intensität.

Welchen Einfluss die Störungen der horizontalen Intensität auf die totale Intensität und ihre verticale Componente gehabt hat, kann man auf folgende Weise untersuchen. Bezeichnet R die totale Intensität, H und V ihre horizontale und verticale Componenten, i die Inclination, so ist

$$V = H \tan i, \quad R = H \sec i.$$

Da die Inclination i beobachtet ist, und H aus dem correspondirenden Bifilarstande berechnet werden kann, so könnte man zu dem Werthe von H und i in der ersten Tafel die zugehörigen Werthe von V und R berechnen, wenn bloß der zu einem gewissen Bifilarstande gehörige Werth von H bekannt ist. Aus Beobachtungen im Juli und September 1859 habe ich gefunden, daß der Bifilarstand 721,6 zu der horizontalen Intensität $H = 1,5687$ in Gaußs'schen Einheiten gehört. Da es aber hier bloß mein Zweck war zu untersuchen, ob V und R zugleich mit H vom Vormittag bis Nachmittag auch zunehmen, so habe ich, um die Rechnung zu erleichtern, den Werth von H für je-

den Vormittag als Einheit angenommen, und aus der in der Tafel angeführten Variation des Biflars in Scalentheilen den nachmittägigen Werth von H berechnet, und aus beiden Werthen von H und i endlich die Werthe von V und R berechnet.

1859.	Tageszeit.	i .	H .	V .	R .	Variation des Bifl.
April 21	10 ^h 30 ^m	71° 23',8	1,0000	2,9709	3,1347	485,0
	6 15	70 56,3	1,0304	2,9821	3,1550	
	23 10 24	71 25,5	1,0000	2,9757	3,1393	131,7
Mai 12	6 19	18,5	1,0082	2,9800	3,1460	
	10 23	71 22,0	1,0000	2,9657	3,1298	100,9
	6 27	17,1	1,0063	2,9704	3,1367	
19	10 32	71 22,8	1,0000	2,9680	3,1317	251,4
	6 30	10,3	1,0175	2,9789	3,1472	
	10 20	71 23,6	1,0000	2,9703	3,1340	295,9
Juni 8	6 25	6,6	1,0185	2,9766	3,1460	
	9 51	71 25,2	1,0000	2,9747	3,1384	124,3
	7 7	17,3	1,0078	2,9754	3,1414	
11	10 31	71 25,2	1,0000	2,9749	3,1382	268,5
	6 32	8,5	1,0168	2,9767	3,1458	
	10 24	71 27,0	1,0000	2,9800	3,1433	181,7
Aug. 22	6 28	14,7	1,0114	2,9784	3,1455	
	10 28	71 24,5	1,0000	2,9727	3,1381	133,9
	6 14	17,0	1,0084	2,9761	3,1423	
29	10 21	71 31,6	1,0000	2,9932	3,1558	179,1
	5 13	19,8	1,0112	2,9927	3,1589	
	10 23	71 29,0	1,0000	2,9858	3,1488	801,3
Sept. 2	4 16	70 27,0	1,0502	2,9603	3,1414	
	10 23	71 29,0	1,0000	2,9858	3,1488	383,4
	6 26	5,8	1,0240	2,9903	3,1608	
16	10 27	71 24,8	1,0000	2,9737	3,1374	148,9
	5 39	20,0	1,0093	2,9877	3,1536	
	10 38	71 26,5	1,0000	2,9785	3,1419	98,2
27	5 34	21,8	1,0061	2,9836	3,1486	
	10 20	71 27,0	1,0000	2,9800	3,1433	82,3
	5 18	21,3	1,0082	2,9811	3,1517	
Oct. 18	10 24	71 30,4	1,0000	2,9898	3,1526	355,7
	4 40	10,7	1,0223	2,9992	3,1687	
	10 26	71 26,5	1,0000	2,9785	3,1419	259,1
	4 32	10,3	1,0162	2,9804	3,1487	

Die totale Intensität und ihre verticale Componente nimmt folglich im Nachmittage zu, zugleich mit der horizontalen Componente, mit der einzigen Ausnahme in der ersten Vergleichung am 2. September, da die große Per-

turbation eintrat, und der Bifilarstand nicht vollkommen mit dem mittleren Zeitpunkte der Inclinationsbeobachtung, welche eine halbe Stunde einnimmt, zusammentraf.

Durch meine Beobachtungen der horizontalen Intensität und der Inclination von 1820 bis Ende 1859 habe ich eine periodische Schwankung von 11 Jahren in der secularen Veränderung gefunden, in welcher das Minimum der Inclination und das Maximum der horizontalen Intensität mit dem Minimum der von Prof. R. Wolf in Zürich bestimmten Periode von $11\frac{1}{2}$ Jahren der Sonnenflecken zusammentreffen. Da Hr. General Sabine aus den Beobachtungen des Unifilars auf den Brittischen Colonial-Observatorien eine Periodicität von etwa 10 Jahren in den irregulären Perturbationen, und Prof. Lamont in München eine ähnliche Periode von $10\frac{1}{2}$ Jahren in den täglichen regulären Variationen der Abweichung der Magnetnadel gefunden hat, welche ebenfalls mit den Epochen der Minima der Sonnenflecken zusammenfallen; und da endlich seit Anfang des Jahres 1859 eine Menge großer Sonnenflecken sich gezeigt haben, ebenso wie sehr starke Erscheinungen des Nordlichtes, so fiel der Gedanke mir ein, daß vielleicht eine Causalverbindung stattfinde zwischen Sonnenflecken, Nordlicht und magnetischen Perturbationen. Aus einem Briefe von Hrn. Professor R. Wolf im vorigen Jahre sehe ich, daß er zugleich auf die selbige Idee gekommen ist.

Ich will hierbei zuletzt auf den Aeußerungen des verewigten Bessel über die Schwankungen der Lichtausströmungen der Halley'schen Kometen aufmerksam machen, welche eine Polarkraft, ähnlich der magnetischen, anzuzeigen scheinen.

Nordlicht-Erscheinungen in 1859.

Jan.	11.	10 Uhr Ab.	
	15.	4 "	strahlend, Bogen 10° Höhe.
Febr.	22.	10 "	Bogen.
	23.	10 "	Nordlicht hinter Wolken.

- Febr. 24. 8 " Bogen bis in die Nacht sehr stark.
 27. 10 " Niedriger schwacher Bogen.
- März. 5. 8 " Schwach.
 25. 8 bis 10 Uhr Bogen bis 45° Höhe, flammend.
 26. 10 " Stark flammender Bogen.
 30. 8 " Strahlender Bogen.
 31. 9^h 25^m bis 9^h 45^m unregelmäßige Bogen.
- April. 5. 10 " Bogen 8° hoch.
 14. 10 " Spuren, ☾ Schein.
 21. 10 " Sehr stark. Corona tiefroth.
 22. 10 " Ueber den ganzen Himmel, heftig flammend.
 24. 12 " Bogen 8 bis 10° hoch.
 25. 10 " Spuren.
 29. 10 " Nordlicht angegeben vom Bifilare, aber nicht gesehen, da der Himmel bezogen war.
- Aug. 28. 10 bis 13 Uhr sehr stark flammend.
- Sept. 2. 12 " Strahlend und flammend.
 3. 10 " Strahlend über den ganzen Himmel.
 4. 10 " bis in die Nacht strahlend.
 5. 10 " Prachtvoll.
 6. 10 " Ein schwacher Bogen 6 bis 8° breit.
 26. 10 " Schwacher Bogen.
 27. 10 " Bogen 10 bis 15° Höhe.
- Oct. 1. 7 $\frac{1}{2}$ bis 10 Uhr mehrere Bogen.
 6. 10 " Bogen 10° Höhe.
 17. 9 bis 14 Uhr sehr prachtvoll.
 18. 7 $\frac{1}{2}$ " Strahlend und flammend über den ganzen Himmel.
 20. 10 " Unregelmäßige Bogen.
 21. 6 bis 14 $\frac{1}{2}$ Uhr stark strahlend.
 22. 10 " Schwacher Bogen.
 23. 10 " " "
 27. 10 " Spur eines Bogens.
 31. 7 bis 8 $\frac{1}{2}$ Regelmäßiger Bogen.

Nov.	12.	10 bis 14	bis 15 Uhr stark strahlend.
	15.	10 "	Schwach.
	24.	10 "	Strahlend.
	29.	10 "	Schwache Spur eines Bogens.
Dec.	13.	5 bis 8	Uhr stark strahlend.
	14.	10 "	Spur.
	16.	5 bis 6	Uhr Bogen.

—

V. Ueber die Temperatur der aus kochenden Salzlösungen und gemischten Flüssigkeiten entweichenden Dämpfe; von G. Magnus.

—

Bekanntlich nahm man seit Rudberg's¹⁾ Untersuchungen über die aus einer kochenden Salzlösung sich entwickelnden Dämpfe allgemein an, daß die Temperatur dieser letzteren stets genau gleich der des Dampfes sey, welcher aus reinem unter demselben Drucke kochenden Wasser entweicht. Die auffallende Erscheinung, daß die Temperatur jener Dämpfe stets um mehrere Grade niedriger ist, als die der Salzlösung, aus welcher sie hervorgehn, pflegte man dadurch zu erklären, daß der Wasserdampf, sobald er die Oberfläche der Lösung verläßt, sich ausdehne und in Folge dieser Ausdehnung sich abkühle. Diese Erklärung setzt voraus, daß der Dampf der, so lange er innerhalb der siedenden Lösung sich befindet, keine andere Temperatur als diese Lösung haben kann, als gesättigter Wasserdampf von dieser Temperatur die Oberfläche der Flüssigkeit verlasse. Daß dieß jedoch nicht der Fall ist, geht theils aus älteren Versuchen hervor, welche Hr. Biot in seinem *Traité de Physique*, T. I, p. 185 anführt, bei denen die Spannkraft des Wasserdampfes sich verminderte, sobald in dem noch flüssig

1) Pogg. Ann. Bd. XXXIV, S. 257.

vorhandenen Wasser ein Salz aufgelöst wurde, theils aus Versuchen, welche ich selbst veröffentlicht habe ¹⁾, bei denen die Verminderung der Spannkraft ebenso eintrat, wenn die Lösung eines Salzes mit den Dämpfen aus reinem Wasser in Berührung gebracht wurde. Ausserdem enthält die umfangreiche Untersuchung des Hrn. Dr. Wüllner ²⁾: Ueber die Spannkraft des Wasserdampfs aus wässerigen Salzlösungen, zwar nicht für die Temperaturen, bei welchen die Lösungen unter dem mittleren Drucke der Atmosphäre kochen, aber doch für niedrigere Temperaturen die Angaben um wie viel die Spannung des aus der Salzlösung sich entwickelnden Dampfes geringer ist als die von Wasserdampf, der bei derselben Temperatur gesättigt ist. Wenn hiernach die Dämpfe, in dem Augenblick wo sie die Salzlösung verlassen, gewiss keine gesättigten Wasserdämpfe sind, so wäre es doch möglich dafs sie eine Dichtigkeit besäfsen, die gröfser wäre als die der Wasserdämpfe von der Temperatur der Lösung und unter dem Drucke einer Atmosphäre, und dafs durch diesen Ueberschufs ihre Ausdehnung erfolgte.

Hr. Regnault ³⁾ hat die Ansicht ausgesprochen, dafs die Beobachtungen Rudberg's, die er vollkommen richtig befunden, darin ihren Grund haben möchten, dafs das im Dampf befindliche Thermometer beständig von verdichtetem Wasserdampf benäfst ist; denn in diesem Falle kann es keine höhere Temperatur annehmen als die, bei welcher das reine Wasser unter dem vorhandenen Drucke siedet. Hr. Regnault vermochte indess keine Stelle in dem Dampf- raume aufzufinden, wo das Gefäfs des Thermometers nicht von Wasser benäfst war, nur durch Anwendung von Schirmen fand er, dafs dasselbe ganz nahe über der Oberfläche der Flüssigkeit frei von Wasser war, und eine höhere Temperatur als 100° C. zeigte, und zwar eine um so höhere,

1) Pogg. Ann. Bd. LXI, S. 250.

2) Pogg. Ann. Bd. CIII, S. 529.

3) *Comptes rendus T. XXXIX*, p. 306. Pogg. Ann. Bd. XCIII, S. 543.

je mehr es dieser Oberfläche genähert wurde. Es ist schwierig die Beobachtung des Hrn. Regnault zu wiederholen, wenn man sicher seyn will, daß die höhere Temperatur dicht über der Flüssigkeit, nicht von der Strahlung herrührt, welche von ihrer Oberfläche, oder von dem Theile der Gefäßswand ausgeht, der dicht über der Flüssigkeit sich befindet. Hr. Dr. Wüllner¹⁾ hat zwar vor Kurzem aus theoretischen Betrachtungen zu beweisen gesucht, daß die aus kochenden Salzlösungen entweichenden Dämpfe überhitzte, d. i. nicht gesättigte Dämpfe seyn müßten. Gewiß aber bleibt es wünschenswerth ein Mittel zu besitzen, durch das man die höhere Temperatur derselben leicht und sicher nachweisen kann. Hr. Rüdorff, der seit längerer Zeit in meinem Laboratorium beschäftigt ist, hat ein solches aufgefunden. Es besteht darin, das Thermometer mit dem man die Temperatur des Dampfes bestimmen will, bevor man es in denselben einführt, bis zu einer Temperatur zu erwärmen, die höher ist als der Kochpunkt der Lösung. Am besten geschieht diese Erwärmung in einem Luftbade, aus dem man das Thermometer schnell in den mit Dampf erfüllten Raum bringen kann.

Außer diesem Mittel glaubte Hr. Rüdorff noch ein anderes gefunden zu haben. Bringt man nämlich das Thermometer zunächst in die kochende Salzlösung und nachdem es die Temperatur derselben angenommen hat, in den Dampfraum, so ändert sich sein Stand kaum merklich. Er bleibt unverändert bis das an dem Stiel des Thermometers niedergeschlagene und von demselben herabfließende Wasser die Salzlösung verdrängt und statt ihrer das Gefäß des Thermometers bedeckt. Um dies Herabfließen des Wassers zu hindern, ist es zweckmäßiger das Thermometer über dem Gefäß mit einem Bausch von Fließpapier zu umgeben. Noch zweckmäßiger aber ist es das Gefäß selbst in Fließpapier einzuhüllen, dann in die siedende Lösung zu tauchen, und hierauf in den Dampfraum zu bringen. Diese Art die Temperatur der Dämpfe zu bestimmen, ist jedoch nicht be-

1) Pogg. Ann. Bd. CX, S. 387.

weisend, denn bringt man das Thermometer, nachdem es in die kochende Salzlösung getaucht worden, in Dämpfe, die sich aus reinem kochenden Wasser entwickeln, so behält es ebenfalls die höhere Temperatur der kochenden Salzlösung. Selbst wenn man das Thermometer in eine kalte concentrirte Lösung taucht und es dann in die Dämpfe bringt, welche sich aus reinem kochenden Wasser entwickeln, so erwärmt es sich bis zu einer Temperatur, die höher als 100° C. ist. Es geht hieraus hervor, daß man mit Wasserdämpfen von 100° eine Salzlösung bis über diese Temperatur zu erwärmen vermag, wenn man die Dämpfe in die Lösung einleitet. Diese Thatsache ist aber nicht neu. Hr. Faraday ¹⁾ hat schon im Jahre 1822 eine Note in den *Annales de Chimie et de Physique* veröffentlicht, in welcher er Versuche beschreibt, bei denen die Kugel eines Thermometers mit Salzen bestreut und dann einem aus Wasser sich entwickelnden Dampfströme ausgesetzt wurde. Das Thermometer nahm dann stets eine höhere Temperatur als 100° C. an, besonders wenn es horizontal gehalten wurde, um zu verhindern, daß das an dem Stiel sich niederschlagende Wasser an demselben herabfließte und das Salz abspüle. Noch entschiedener beobachtete Hr. Faraday die Erwärmung, wenn er die Kugel seines Thermometers mit leinenem oder wollenem Zeuge umgab und dann mit Salz bestreute.

Bei der Veröffentlichung jener Note hat Hr. Gay-Lussac als Redacteur der *Annales de Chimie et de Physique* derselben einige Bemerkungen folgen lassen, in denen er zunächst behauptet, daß die in derselben enthaltene Thatsache schon seit längerer Zeit in Frankreich bekannt gewesen sey, daß man daselbst auch die Lösungen von Salzen durch Wasserdämpfe bis zu den Temperaturen erwärmt habe, bei welchen sie kochen, also bis zu Temperaturen, die höher sind als die der eingeleiteten Dämpfe. Alsdann sagt Hr. Gay-Lussac in Bezug auf die von Hrn. Faraday in jener Note gemachte Aeußerung: daß der aus kochen-

1) *Tome XX, p. 325.*

den oder wässerigen Salzlösungen aufsteigende Dampf dieselbe Temperatur habe wie der von Wasser, welches unter demselben Drucke kocht. » *Sans invoquer ici le secours de la théorie, nous pouvons affirmer, d'après le témoignage irrécusable de l'expérience, que la température de la vapeur fournie par un liquide quelconque, sous une pression quelconque, est exactement celle de la couche liquide immédiatement en contact avec la vapeur* ¹⁾.

Wahrscheinlich in Folge dieser Bemerkung hat Hr. Faraday die erwähnte Note erst im folgenden Jahre 1823 in dem *Quarterly Journal of Science* abdrucken lassen, denn er sagt in dieser englischen Veröffentlichung: Er hätte verschiedene Versuche angestellt und Gay-Lussac's Behauptung richtig gefunden; aber er sey erstaunt gewesen über die Schwierigkeit bestimmte Resultate zu erhalten, nur indem er einen doppelten Kessel angewandt habe, der sowohl zwischen den Wänden als auch oben dieselbe Lösung wie im Innern enthielt, indem er das Thermometer bis zu einer höheren Temperatur erwärmte und dann in den Dämpfen abkühlen liefs, indem er während längerer Zeit den Versuch fortsetzte, sey er im Stande gewesen sich selbst zu überzeugen, dafs keine Anomalie bei dieser Erscheinung obwalte.

Ermittlung der Temperatur der Dämpfe aus kochenden Salzlösungen.

Aehnliche Schwierigkeiten wie die, welche Hr. Faraday erwähnt, haben sich auch bei Anwendung der Methode des Hrn. Rüdorff die Temperatur der Dämpfe durch ein vorher erwärmtes Thermometer zu ermitteln, herausgestellt. Es ist leicht einzusehen woher diese Schwierigkeiten kommen. Die Temperatur eines, in einem Dampfstrome befindlichen Thermometers hängt nämlich nicht von der Temperatur dieses Stromes allein ab, vielmehr empfängt das Thermometer auch Wärme durch Strahlung von den Wänden des mit Dampf erfüllten Raumes, und strahlt selbst von

1) Ähnliche Aeußerungen des Hrn. Gay-Lussac hat schon Rudberg in diesen *Annal.* Bd. XXXIX angeführt.

seiner Wärme gegen diese Wände aus. Haben diese letzteren eine niedrigere Temperatur als der Dampfstrom, so nimmt auch das Thermometer, selbst wenn ihm dieser Strom fortwährend Wärme zuführt, eine etwas niedrigere Temperatur als der Dampf an, sowie es, wenn die Temperatur der Wände höher ist, eine höhere annimmt. Nur wenn die Wände genau die Temperatur des Dampfes haben, kann auch das Thermometer genau diese Temperatur annehmen.

Ist die Temperatur der Wände so niedrig, daß sich Wasser an ihnen niederschlägt, so kann auch die Temperatur des Dampfes in dieser Nähe der Wände nicht höher als 100° seyn. Wenn dann auch der Dampf in der Mitte des Stromes mehr als 100° haben sollte, so nähert sich doch die Temperatur des ganzen Dampfstroms um so mehr 100° , je weiter sich derselbe von der Oberfläche der Flüssigkeit entfernt. Man muß deshalb vor Allem dafür sorgen, daß die Wände so warm sind, daß kein Niederschlag an ihnen eintreten kann. Andererseits aber muß man sich hüten, dieselben bis zu der Temperatur der kochenden Lösung zu erhitzen, weil dann die von diesen Wänden ausgehende Strahlung das Thermometer erwärmen könnte, und außerdem auch die Dämpfe selbst eine höhere Temperatur von den Wänden erhalten könnten.

Man kann sich deshalb wohl mittelst eines vorher erwärmten Thermometers überzeugen, daß die Dämpfe, welche aus einer unter dem Druck der Atmosphäre kochenden Salzlösung entweichen, wärmer als 100° C. sind, um aber sichere Angaben nach diesem Verfahren zu erhalten, bedarf es verschiedener Vorsichtsmaafsregeln, die nur schwer erreicht werden, wenn man die Lösung in einem Kolben oder in einer Retorte kocht. Denn man muß dafür sorgen, daß der Dampfraum in seinem ganzen Querschnitt vom Dampf durchströmt werde, und dabei doch so weit sey, daß das eingeführte Thermometer hinreichend von den Wänden entfernt bleibt. Dabei dürfen diese Wände, wie sich nach dem erwähnten von selbst versteht, nicht durch zufällige Umstände abgekühlt werden. Endlich muß dafür

gesorgt seyn, daß nichts von der Flüssigkeit gegen das Thermometer spritzt. Um diesen Anforderungen zu genügen, und um ganz sichere Resultate zu erhalten, habe ich den in Fig. 7 Taf. IV abgebildeten Apparat anfertigen lassen.

Derselbe besteht aus einem Gefäße aus Blech *ABCD*, dessen cylindrische Wand mit einem weiteren Cylinder *EFGA* umgeben ist. Der Zwischenraum zwischen beiden wird bis zu derselben Höhe, wie das innere Gefäß, mit derselben Salzlösung gefüllt. Die Dämpfe, welche sich beim Kochen in dem inneren Gefäße entwickeln, gelangen durch die in dem Deckel *BC* angebrachte Oeffnung *ss*, in das cylindrische Rohr *CK* und aus diesem, durch die in der Verlängerung *CL* desselben bei *a* angebrachte Oeffnung, in den Zwischenraum *EKCH*. Bei *K* ist das Rohr *CK* durch einen Kork verschlossen, damit man es besser reinigen kann. Aus dem Zwischenraum *EKCH* entweichen die Dämpfe zugleich mit denen, welche durch das Kochen der Lösung in diesem Zwischenraume entstehen, durch die in dem Deckel *FG* angebrachte Oeffnung *o*. Um das Thermometer *mn* in die kochende Lösung des inneren Gefäßes einführen zu können, geht das Rohr *bd* aus dem Deckel *BC* durch den oberen Deckel *FG*. Das Thermometer *ef* giebt die Temperatur der Dämpfe in dem Zwischenraume an. Beide Thermometer sind mittelst Korke in die Oeffnungen bei *d* und bei *t* eingesetzt.

Soll der Apparat benutzt werden, so entfernt man zunächst sämtliche Thermometer und sodann die Deckel *BC* und *FG*. Darauf erhitzt man die Flüssigkeit bis sie sowohl in dem inneren Gefäße als in dem Zwischenraum in vollem Kochen ist. Alsdann erwärmt man den Deckel *BC*, nachdem nicht nur bei *K* der Kork eingesetzt ist, sondern auch die Oeffnungen bei *L* und *d* mit gut passenden Korken verschlossen sind, über einer Lampe, bis zu einer Temperatur die beträchtlich höher als der Kochpunkt der Salzlösung ist, setzt denselben fest auf sein Gefäß *ABCD*, indem man das Rohr *CL* durch den an dem äußeren Cylinder angebrachten Tubulus *pq* steckt, und

legt so schnell als möglich auch den Deckel *FG* auf. Dann verschließt man den Raum zwischen der Röhre *CL* und dem Tubulus *pq* mit einem durchbohrten Kork, und ebenso den Zwischenraum zwischen der Röhre *db* und dem Tubulus *rl*. Danach wird der Kork bei *d* entfernt, und das Thermometer *mn* mittelst eines durchbohrten Korkes bei *d* fest eingesetzt, ebenso befestigt man, wenn es erforderlich ist, das Thermometer *ef* durch einen Kork in der Oeffnung *t*. Nun erst wird das Thermometer *ow*, nachdem es zuvor in einem Luftbade bis etwa 130° C. erwärmt worden, durch die Oeffnung bei *L*, die bis dahin mit einem Kork verschlossen war, eingeführt, und mittelst eines durchbohrten Korkes so befestigt, daß kein Dampf bei *L* entweichen kann.

Dieses Thermometer *vw* sinkt dann langsam bis zu einer Temperatur, die um einige Grade niedriger als die der kochenden Lösung, aber höher als 100° ist. Hat man eine Salzlösung angewendet, deren Kochpunkt mit zunehmender Concentration steigt, so steigen stets beide Thermometer, sowohl das in der Lösung als auch das in den Dämpfen.

In dieser Weise waren, nachdem das im Dampf befindliche Thermometer aufgehört hatte zu sinken, die gleichzeitigen Temperaturen folgende:

Temperatur		
der Flüssigkeit.	des Dampfes.	Differenz.
	Chlorcalciumlösung.	
107°,0 C.	105°,25	1,75
107°,5	105°,5	2,00
108°,0	105°,8	2,2
109°,2	106°,5	2,7
110°,0	107°,0	3,0
111°,0	107°,6	3,4
112°,0	108°,1	3,9
113°,0	108°,8	4,2
114°,0	110°,0	4,0
115°,0	110°,9	4,1
116°,0	111°,2	4,8

Temperatur		
der Flüssigkeit.	des Dampfes.	Differenz.

Salpeterlösung.

106°,0 C.	104°,2	1,8
107 ,5	105 ,0	2,5
109 ,0	106 ,2	2,8
110 ,0	106 ,8	3,2
111 ,0	107 ,1	3,9
112 ,0	107 ,8	4,2
113 ,0	108 ,2	4,8
114 ,0	108 ,9	5,1
115 ,0	109 ,5	5,5
116 ,0	110 ,0	6,0
117 ,0	111 ,0	6,0

Salpetersaures Natron.

107 ,6	106 ,2	1,4
108 ,0	106 ,2	1,8
109 ,0	106 ,4	2,6
110 ,0	106 ,9	3,1
111 ,0	107 ,1	3,9
112 ,0	107 ,4	4,6
113 ,0	107 ,8	5,2
114 ,0	108 ,0	6,0
115 ,0	108 ,3	6,7
116 ,0	108 ,7	7,3
117 ,0	109 ,1	7,9
118 ,0	109 ,5	8,5

Diese Bestimmungen haben keinen absoluten Werth, denn bei ihrer Wiederholung in demselben Apparat und für dieselben Salzlösungen erhält man etwas andere Zahlen. Die Temperatur in dem Rohre *CK* muß nämlich verschieden ausfallen, je nachdem die der Dämpfe in dem äußeren Gefäße verschieden ist. Diese letztere aber ist bedingt durch die Abkühlung, welche der Apparat von außen erfährt. Denn in Folge dieser Abkühlung schlagen sich die

Dämpfe in dem äußeren Gefäße nieder und daher kann die Temperatur in demselben nur wenig höher als 100° seyn. Wie hoch sie ist, läßt sich schwer bestimmen, weil von der kochenden Lösung stets gegen das Thermometer oder gegen den dasselbe schützenden Schirm spritzt. Würde man dieß Gefäß noch mit einem ähnlichen dritten umgeben, so würde die Temperatur in diesem zweiten höher ausfallen, und dann würde auch die in dem inneren Gefäße oder in der Röhre *CK* höher seyn.

Soviel ist indeß durch diese Versuche bewiesen, daß die Dämpfe, welche aus kochenden Salzlösungen aufsteigen, eine höhere Temperatur als 100° haben, und eine um so höhere, je höher die Temperatur der kochenden Lösung ist. Daß sie aber dieselbe Temperatur wie diese Lösung haben, ist mir nicht gelungen nachzuweisen und ich zweifle daß dies möglich seyn wird. Denn wenn die Wände des Dampftraumes auf der Temperatur der kochenden Lösung erhalten werden, so ist man, wie schon oben bemerkt, nicht sicher, daß nicht die Erwärmung von diesen Wänden hervorgebracht ist, haben dagegen die Wände eine niedrigere Temperatur, so wird auch die Temperatur des Thermometers niedriger ausfallen.

Temperatur der Dämpfe gemischter Flüssigkeiten.

Nachdem außer Zweifel war, daß die Dämpfe aus kochenden Salzlösungen eine höhere Temperatur besitzen als ein, unter gewöhnlichen Umständen in dieselben eingeführtes Thermometer anzeigt, schien es mir nothwendig zu untersuchen, ob etwas ähnliches vielleicht auch bei den aus einer Mischung von zwei Flüssigkeiten entweichenden Dämpfen der Fall ist.

In einer Abhandlung »über das Sieden eines Gemisches zweier Flüssigkeiten und über das Stossen solcher Gemische¹⁾« habe ich nämlich zuerst darauf aufmerksam gemacht, daß der Dampf, welcher aus solcher Mischung entweicht, in der die obere oder specifisch leichtere Flüssig-

1) Pogg. Ann. Bd. XXXVIII, S. 481.

keit einen höheren Kochpunkt als die untere hat, eine Temperatur zeigt die nicht nur niedriger ist als die der kochenden Mischung, sondern auch niedriger als die, bei welcher die untere oder die Flüssigkeit kocht, welche den niedrigsten Kochpunkt hat.

Wiewohl von vornherein einleuchtet, daß hierbei ganz andere Verhältnisse obwalten als bei den Salzlösungen, so wünschte ich doch Gewißheit darüber zu erlangen, daß bei diesen Mischungen die Anzeigen des Thermometers der Temperatur des Dampfes wirklich entsprechen. Ich brachte deshalb Terpenthinöl und Wasser, von beiden etwa gleiche Theile, in den oben erwähnten Apparat, so daß sowohl der Stand des Wassers als auch des Terpenthinöls in dem Gefäße und in seiner Umhüllung gleich hoch war. Als die Mischung vollständig kochte, wurde der Deckel *BC*, nachdem er stark erwärmt worden, aufgelegt und gleich darauf auch der Deckel *FG*, worauf die Thermometer mit den erwähnten Vorsichtsmaafsregeln eingeführt wurden.

Bei einem barometrischen Druck von 759^{mm} schwankte das in die Flüssigkeit tauchende Thermometer zwischen 100°,5 und 101°,0. Das im Dampf befindliche sank bis 97° und blieb mit sehr geringen Schwankungen auf dieser Temperatur. Bei Wiederholung des Versuchs wurden fast genau dieselben Temperaturen erhalten.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß in den aus der kochenden Mischung zweier Flüssigkeiten sich entwickelnden Dämpfen die Anzeigen des Thermometers der Temperatur dieser Dämpfe wirklich entspricht, und daß diese Temperatur, wie ich damals angegeben habe, niedriger ist, als die, bei welcher diejenige von den beiden Flüssigkeiten kocht, welche den niedrigsten Kochpunkt hat. Die Mischung aus Schwefelkohlenstoff und Wasser war schwierig in diesem Apparate zu untersuchen, weil derselbe nicht gestattete die Dämpfe zu condensiren, liefs man dieselben aber entweichen, so fingen sie leicht Feuer. Bei Anwendung eines Wasserbades konnte man die Flüssigkeiten in beiden Gefäßen nicht gleichmäfsig im Kochen erhalten. Ich

habe mich indeß durch Versuche in Glasgefäßen überzeugt, daß auch in den Dämpfen dieser Mischung ein Thermometer, das erwärmt hineingebracht wird, stets eine Temperatur annimmt, die um ein oder ein Paar Grade niedriger als der Kochpunkt der Flüssigkeit ist. Dieser Kochpunkt selbst ist jedoch nicht constant. Schwefelkohlenstoff kocht bekanntlich bei sehr schwankenden Temperaturen. Die Temperatur, bei welcher die Spannkraft seiner Dämpfe gleich einer Atmosphäre ist, bei welcher er daher unter diesem Drucke kochen sollte, liegt etwas unter 47° C. Bisweilen nimmt er jedoch 56° C. an, ohne zu kochen. Auch wenn sich Platindraht oder Platinblech in demselben befindet, wird die Temperatur, bei welcher er kocht, nur wenig regelmäßiger. Mit der Temperatur der kochenden Flüssigkeit schwankt auch die der aus ihr sich entwickelnden Dämpfe. Ähnlich verhält sich eine Mischung aus Schwefelkohlenstoff und Wasser, auch diese kocht nicht immer bei derselben Temperatur, und deshalb ist auch die Temperatur ihrer Dämpfe nicht immer dieselbe. Stets aber haben diese Dämpfe eine niedrigere Temperatur als die kochende Flüssigkeit.

Die geringe Constanz der Temperatur, welche gewisse Flüssigkeiten, wie z. B. der Schwefelkohlenstoff, und die aus ihnen entweichenden Dämpfe während des Kochens zeigen, läßt diese Temperaturen wenig geeignet erscheinen, um aus ihnen die Spannkräfte des Dampfes herzuleiten. Die Uebereinstimmung der nach dieser Methode von Hrn. Regnault gefundenen Spannkräfte des Wasserdampfes mit den von mir erhaltenen, zeigt nur, daß bei dem Wasser, wenn es in einem kupfernen Gefäße kocht, dergleichen Schwankungen nicht vorkommen.

VI. Ueber die Bestimmung des absoluten und specifischen Gewichts von eingetauchten Körpern;
von Dr. Mohr in Coblenz.

In den *Comptes rendus* vom Juni 1858 giebt Mène eine Methode an, das Gewicht von Niederschlägen, ohne sie zu trocknen, zu bestimmen. In dem Auszuge daraus in *Dinglers polytechn. Journal* Bd. 149, S. 274 heisst es wörtlich:

„Diese Methode besteht darin, den Niederschlag, nachdem er sich vollständig gebildet hat, durch Decantiren sorgfältig auszuwaschen, und ihn dann mit Wasser in eine Dichtigkeitsflasche zu bringen. Die Gewichts-differenz der mit reinem Wasser gefüllten Flasche und der den Niederschlag enthaltenden giebt das gesuchte Resultat.“

Wenn anders obiges Journal richtig ausgezogen hat, so ist dieß ein Probchen von leichtfertiger Behandlung einer Frage. Es wird vorausgesetzt, daß der Niederschlag gar keinen Raum einnehme, und daß die Dichtigkeitsflasche mit demselben ebenso viel Wasser enthalte, als ohne denselben. Von praktischer Seite wäre es allerdings ein Gewinn, wenn man gebildete Niederschläge ohne sie zu trocknen, unter Wasser gleich wägen könnte, und mit Rücksicht hierauf ist es von Interesse, die Idee zu prüfen, ob sie mit Beseitigung des begangenen Fehlers in der Analyse anwendbar sey.

Zunächst von theoretischer Seite. Jeder Körper verdrängt im Wasser ein ihm gleiches Volum Wasser, und verliert an Gewicht den Betrag des verdrängten Wassers. Es sey P (*pondus*) das absolute, und S sein specifisches Gewicht, so verliert er in Wasser eingetaucht $\frac{P}{S}$. Durch den Versuch in der Dichtigkeitsflasche findet man unmittelbar das Gewicht des Körpers weniger dem Gewicht eines gleichen Volums Wasser. Es heiße diese direct auf der Waage gefundene Zahl q , so haben wir zuerst

$$P = q + \frac{P}{S}$$

woraus

$$P = \frac{Sq}{S-1} \quad (I)$$

und umgekehrt

$$S = \frac{P}{P-q} \quad (II)$$

Die Formel I dient dazu aus der Wägung im Wasser das absolute Gewicht, die Formel II das specifische Gewicht zu finden, wo, wie bekannt, das Gewicht eines gleichen Volums Wasser, $P-q$, in das absolute Gewicht, dividirt wird. Um zu zeigen, wie die Aenderungen der Gröfsen P und S von einander abhängen, füge ich den vorstehenden Gleichungen noch diejenigen hinzu, welche man aus derselben durch Differenziren erhält, nämlich

$$\frac{\partial P}{\partial S} = \frac{-q}{(S-1)^2} \quad (III)$$

und

$$\frac{\partial S}{\partial P} = \frac{-q}{(P-q)^2} \quad (IV)$$

Die negativen Zeichen beider Differentialquotienten weisen darauf hin, was freilich auch schon aus den Gleichungen I und II erkannt werden kann, dafs P abnimmt, wenn S zunimmt und umgekehrt.

Betrachten wir zunächst die Gleichung III mit dem Nenner $(S-1)^2$. Der Nenner eines Bruches übt auf den Werth desselben einen um so gröfseren Einflufs aus, je kleiner er ist, d. h. je öfter er im Zähler enthalten ist. Wenn das spec. Gewicht der in Wasser einsinkenden Körper zwischen 23 und 1 liegt, so kann der Nenner $(S-1)^2$ jeden Werth zwischen 22^2 oder 484 und 1 haben. $S-1$ ist um so kleiner, je kleiner S ist, und übt also einen grofsen Einflufs auf die Gleichung III aus, und da in derselben P bestimmt werden soll, so geht daraus hervor dafs das absolute Gewicht P sich bei niedrigen specifischen Gewichten nicht günstig durch Eintauchen in Wasser bestimmen lasse.

In der Formel IV haben wir im Nenner die Gröfse $(P-q)^2$. $P-q$ ist aber das Gewicht des verdrängten Wassers. Je gröfser q wird, desto kleiner wird der Werth $P-q$; q ist aber grofs bei hohen specifischen Gewichten und es folgt daraus, dafs es bei denselben einen wichtigen Einflufs auf das Resultat ausübt, der, wie oben, durch die Quadrirung noch erhöht wird. Man ersieht also:

dafs man das specifische Gewicht S bei specifisch schweren Körpern nicht günstig bestimmen könne;

und kehren wir diese beiden Resultate ins Gegentheil, so finden wir, dafs man beim Eintauchen das absolute Gewicht P bei spec. schweren, das specifische Gewicht S bei spec. leichten Körpern vortheilhaft bestimmen könne, oder dafs die hohen specifischen Gewichte merklich unsicherer sind als die niedrigen, und dafs sie überhaupt um so sicherer sind, je mehr sie sich dem spec. Gewichte des Wassers nähern.

P und q sind zwei durch die Waage bestimmte Gröfsen. Der Fehler, der in $P-q$ enthalten ist, wird beim Platin 21° oder 441 mal, beim spec. Gewichte 2 nur $(2-1)^\circ$ d. h. 1 mal begangen. Wir sehen also gleich voraus, dafs das von Mène vorgeschlagene Verfahren nur bei specifisch schweren Körpern Aussicht auf Erfolg verspricht. Es wurde deshalb eine praktische Prüfung vorgenommen.

Reiner Kupfervitriol wurde mit Zink gefällt und das ausgewaschene metallische Kupfer bei 14° R. mit destillirtem Wasser in die Dichtigkeitsflasche gebracht.

Die Flasche mit Kupfer wog 52,1315 Grm.

„ „ ohne „ „ 51,5760 „

also $q = 0,5555$ „

Nehmen wir nun das spec. Gewicht des Kupfers zu 8,91, so ist

$$P = \frac{8,91 \times 0,5555}{7,91} = 0,6257 \text{ Grm.}$$

Der Kupferniederschlag wurde in eine kleine Platinschale gespült, das Wasser abgossen und über Wasserdampf vollständig ausgetrocknet.

Schale mit Inhalt wog 25,1163 Grm.

" ohne " " 24,4900 "

Substanz = 0,6263 Grm.

also sehr nahe der ersten Bestimmung mit einer Abweichung von 0,0006 Grm.

Legen wir nun von den vielen Bestimmungen des spec. Gewichtes einige unter, so erhalten wir

für das spec. Gew.

des Kupfers.

Substanz.

8,9

0,62581 Grm.

8,81

0,62570 "

8,92

0,62560 "

8,93

0,62557 "

8,94

0,62546 "

8,95

0,62537 "

woraus ersichtlich, dafs wir bei jedem der angenommenen specifischen Gewichte ein analytisch ganz brauchbares Resultat erhalten hätten, da die Schwankung zwischen 8,9 und 8,95 im spec. Gewichte nicht einmal die Milligramme geändert hat; und umgekehrt sehen wir, dafs wir aus dieser Wägung durchaus nicht das spec. Gewicht des Kupfers ableiten können, weil wir bei der Wägung der Substanz durch einen Fehler, der noch nicht die Milligramme alterirt, Differenzen im spec. Gewicht zwischen 8,9 und 8,95 erhalten können. Unter Voraussetzung, dafs die Wägung der Substanz mit einem Fehler von 2 Milligrammen aufwärts und abwärts behaftet sey, erhalten wir

bei gleichbleibendem $q = 0,5555$ und

bei 0,623 Grm. Kupfer das spec. Gew. = 9,229

0,624 " " " " = 9,1

0,627 " " " " = 8,77

0,628 " " " " = 8,662.

So sind durch 1 Milligramm Substanz zuviel und zu wenig die spec. Gewichte 8,77 und 9,1 erhalten worden, die beide vollkommen falsch sind, und man erkennt leicht, wie geringen Werth man auf die Decimalen hoher specifischer Gewichte zu legen habe.

Da die Einwirkung kleiner Fehler in der Bestimmung des absoluten Gewichtes so bedeutende Veränderungen im spec. Gewichte hervorbringt, so finden wir auf theoretischem Wege ein Mittel, diese Fehler zu vermindern, darin, daß wir zur Bestimmung des spec. Gewichtes große absolute Gewichte verwenden.

Gesetzt man habe einen Körper vom spec. Gew. 23, und habe auch 23 Grm. des Körpers in Händen, so ist $q = 22$ und also das spec. Gewicht $\frac{23}{23-22} = 23$. Gäbe nun eine zweite Wägung das absolute Gewicht um 1 Milligrm. höher, was bei 23 Grm. sehr leicht eintreten kann, so ergibt sich das spec. Gewicht

$$= \frac{23,001}{23,001-22} = 22,97;$$

hätte man aber nur 0,23 Grm. Substanz gehabt, und diese in einer zweiten Wägung 1 Milligrm. höher gefunden, so ergibt sich das spec. Gewicht

$$= \frac{0,231}{0,231-0,22} = \frac{0,231}{0,011} = 21.$$

und es ist durch einen Fehler von 1 Milligrm. das spec. Gewicht um 2 ganze Einheiten hinabgedrückt worden. Da nun die Empfindlichkeit unserer Waagen und die Richtigkeit der Gewichte bis zu 30 Grm. ziemlich an derselben Stelle liegen, so folgt nothwendig die Regel: *zur Bestimmung des spec. Gewichtes große absolute Gewichte anzuwenden.*

Wir haben bei dem Eintauchungsverfahren zwischen der Bestimmung des absoluten und specifischen Gewichtes einen Gegensatz bemerkt, und es muß also auch eine Stelle geben, wo die Bedingungen zur Bestimmung dieser beiden Größen einander gleich sind, die wir nun aufzusuchen haben.

Dieser Fall tritt ein, wenn die beiden Differentialquotienten III und IV einander gleich sind, wenn also

$$\frac{\partial P}{\partial s} = \frac{\partial s}{\partial P}$$

oder wenn

$$\frac{-q}{(s-1)^2} = \frac{-q}{(P-q)^2}$$

und damit beide als reine Zahlen erscheinen, wenn

$$\frac{\partial \frac{P}{q}}{\partial S} = \frac{\partial S}{\partial \frac{P}{q}}$$

Nun ist aber

$$\frac{\partial \frac{P}{q}}{\partial S} = \frac{-1}{(S-1)^2} \text{ und } \frac{\partial S}{\partial \frac{P}{q}} = \frac{-1}{\left(\frac{P}{q}-1\right)^2},$$

folglich ist die Wahrscheinlichkeit der Genauigkeit gleich, wenn

$$\frac{-1}{(S-1)^2} = \frac{-1}{\left(\frac{P}{q}-1\right)^2};$$

oder $S-1 = \frac{P}{q} - 1$, woraus

$$S = \frac{P}{q}$$

Im Allgemeinen ist aber nach Formel (II)

$$S = \frac{P}{P-q};$$

es ist also in diesem besonderen Falle, wo wiederum die Zähler einander gleich sind,

$$P-q=q$$

also

$$P=2q$$

und dieser Fall tritt nur beim specifischen Gewichte 2 ein, daß der Körper doppelt so viel wiegt, als sein Restgewicht im Wasser.

Bei dem specifischen Gewichte 2 ist die Wahrscheinlichkeit gleich groß, das absolute Gewicht und das specifische durch Eintauchen zu bestimmen.

Wenden wir diesen Satz rückwärts auf die Formeln III und IV an, so ist nach III, wenn wir $S=2$ annehmen

$$\text{III. } \frac{-q}{(S-1)^2} = \frac{-q}{(2-1)^2} = -q;$$

und nach IV ist

$$\frac{-q}{\left(\frac{P}{q}-1\right)^2} \text{ ebenfalls } = -q,$$

da bei dem spec. Gewichte 2

$$\frac{P}{q} \text{ immer } = 2 \text{ ist, also } \left(\frac{P}{q}-1\right)^2 = 1.$$

Der Bruch $\frac{P}{q}$ nimmt sehr rasch zu, wenn das spec. Gewicht sich 1 nähert.

$$\text{Für } S = 23 \text{ ist } \frac{P}{q} = \frac{23}{22} = 1,045$$

$$\text{„ } = 8 \text{ „ } = \frac{8}{7} = 1,14$$

$$\text{„ } = 2 \text{ „ } = \frac{2}{1} = 2$$

$$\text{„ } = 1,5 \text{ „ } = \frac{1,5}{0,5} = 3$$

$$\text{„ } = 1,1 \text{ „ } = \frac{1,1}{0,1} = 11.$$

Es wächst also die Wahrscheinlichkeit das spezifische Gewicht zu bestimmen, mit dem Annähern an das spec. Gew. des Wassers sehr rasch, und bei dem spec. Gew. 1 ist $\frac{P}{q} = \frac{1}{1-1} = \frac{1}{0} = \infty$ d. h. wenn ein Körper in Wasser weder sinkt noch schwimmt, sondern an jeder Stelle schwebt, so ist sein spec. Gew. dem des Wassers absolut gleich; man kann keinen Fehler mehr begehen, da gar nichts zu bestimmen und zu wägen übrig ist, oder die *Wahrscheinlichkeit der Richtigkeit ist* $= \infty$.

Um die Richtigkeit obiger Darstellung noch deutlicher zu schauen, gebe man der Formel I die folgende Gestalt. Nach I ist

$$P = \frac{S}{S-1} \cdot q$$

also

$$q = P(S-1) \cdot \frac{1}{S}$$

und II ist durch Umkehren von Zähler und Nenner

$$\frac{1}{S} = \frac{P-q}{P}.$$

Setzen wir dies $\frac{1}{S}$ in die ebengefundene Gleichung, so ist

$$P(S-1) \left(\frac{P-q}{P} \right) = q$$

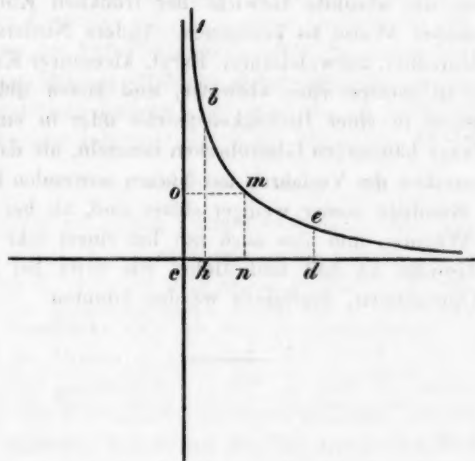
oder

$$(S-1)(P-q) = q;$$

durch Division mit q

$$(S-1) \left(\frac{P}{q} - 1 \right) = 1$$

d. h. die beiden Werthe $S-1$ und $\frac{P}{q}-1$ sind reciproke Brüche; wenn der eine $\frac{4}{5}$ ist, ist der andere $\frac{5}{4}$, und beide mit einander multiplicirt geben immer 1. Nennen wir $S-1$ x und $\frac{P}{q}-1$ y , so hat die Gleichung die Gestalt $xy=1$ = Constante, und dieß ist die Formel einer Hyperbel, deren Coordinatenaxen zugleich ihre Asymptoten sind.



Tragen wir auf die Abscissenaxe $S-1=ch$ auf, so erhalten wir die Ordinaten $\frac{P}{q}-1=hb$ und man ersieht, wie für ein kleines Increment von ch , hb bedeutend wächst; und ebenso wie für die Abscisse cd die Ordinate de nur sehr wenig abnimmt. Der Scheitel der Hyperbel liegt in m , wo Abscisse und Ordinate gleich sind, wo

$$S-1=\frac{P}{q}-1 \text{ also } S=\frac{P}{q}$$

ist, wie bereits oben algebraisch dargethan wurde.

Es ergibt sich aus Obigem, daß im Allgemeinen die Bestimmung des spec. Gewichtes viel weniger sicher ist, als

die Bestimmung des absoluten Gewichtes, und dafs die hohen specifischen Gewichte unter diesen wieder am wenigsten sicher bestimmt werden können. Das Verfahren in Wasser eingetauchte Körper auf ihr absolutes Gewicht zu bestimmen kann nur bei Körpern von hohem spec. Gewichte angewendet werden, wie bei regulinischen schweren Metallen, da diese sich aber sehr leicht trocknen lassen, weil kein Filtrum dabei ist, so ist es sicherer und einfacher das absolute Gewicht der trocknen Körper in gewöhnlicher Weise zu bestimmen. Andere Niederschläge, wie Chlorsilber, schwefelsaurer Baryt, kleeaurer Kalk haben ein zu geringes spec. Gewicht, und lassen sich nicht leicht genug in einer Dichtigkeitsflasche oder in einem an der Waage hängenden Glasröhrchen sammeln, als dafs man bei demselben das Verfahren mit Nutzen anwenden könnte, da die Resultate immer weniger sicher sind, als bei der directen Wägung, und also auch nur bei einem sehr erheblichen Gewinn an Zeit und Mühe, wie etwa bei technischen Operationen, zugelassen werden könnten.

VII. Ueber Spectralbeobachtungen;

von Alb. Mousson.

Seit den schönen Untersuchungen der Hrn. Kirchhoff und Bunsen über die optochemische Analyse haben Spectralbeobachtungen für jeden Physiker und Chemiker eine grofse Wichtigkeit gewonnen; es ist in hohem Grade wünschbar geworden, solchen Beobachtungen den Charakter umständlicher Cabinetsversuche zu nehmen und durch Benutzung einfacher Mittel der täglichen Anwendung zu öffnen. Durch die folgenden Bemerkungen über die grundsätzlichen Bedingungen der Spectralversuche und durch den

Vorschlag eines einfachen *Spectroskopes*, das zu allen nicht messenden Beobachtungen ausreicht, glaube ich diesem Ziele um einen Schritt näher gerückt zu seyn.

1. Ein *einfacher* Lichtstrahl vom Brechungsindex n komme horizontal von links her und falle auf ein Prisma, dessen brechender Winkel c nach unten, der Rücken nach oben gekehrt ist; der Strahl wird dann nach oben und rechts hin gebrochen. Man bezeichne nun mit e , b den Einfallswinkel und den Brechungswinkel der *ersten* Brechung oder des Eintritts, mit e' , b' diese Größen für die *zweite* Brechung des Austritts, endlich mit a die ganze Ablenkung oder den Winkel zwischen der anfänglichen horizontalen und der letzten Richtung des Strahles, so berechnen sich diese Größen folgendermaßen durch die bekannten Ausdrücke

$$\sin b = \frac{1}{n} \sin e \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$e' = c - b$$

$$\sin b' = n \sin e'$$

$$a = e + b' - c,$$

welche Ausdrücke sich aus dem Brechungsgesetze und der Gestalt des Prismas ergeben.

Ist, wie gewöhnlich $c = 60^\circ$, so sind die anwendbaren Werthe von e zwischen demjenigen enthalten, der ein *streifendes Austreten* liefert, und dem des *streifenden Einfallens*. Für extremes Flintglas und extremes Crownglas erhält man beispielsweise, den Gränzwerten entsprechend, die folgenden zusammengehörenden Winkel:

n	e	b	e'	b'	a
Flintglas					
1,7	43° 40' 37"	23° 58' 6"	36° 1' 54"	90° — —	73° 40' 37"
	90 — —	36 1 54	23 58 6	43 40 37	73 40 37
Crownglas					
1,5	27 55 14	18 11 23	41 48 37	90 — —	57 55 14
	90 — —	41 48 37	18 11 23	27 55 14	57 55 14

Im ersten Glase kann man den Einfallswinkel nur um etwa 46° , im zweiten um 62° variiren lassen, soll der Strahl

in der zweiten Fläche wirklich austreten und nicht ins Innere reflectirt werden.

2. Man drehe das Prisma dem Uhrzeiger entgegen um δe , was den Einfallswinkel um eben diesen Winkel vergrößert, so ändert sich die Ablenkung, wie leicht zu finden, um die Gröfse

$$\delta a = \left(1 + \frac{\partial b'}{\partial e}\right) \delta e = \left(1 - \frac{\cos e \cos e'}{\cos b \cos b'}\right) \delta e \quad (2).$$

Wegen $\cos e$ und $\cos b'$ in Zähler und Nenner variiert die *Cosinusfunction* des zweiten Gliedes von ∞ bis 0. Daher ist δa erst negativ, wird nachher positiv und die Ablenkung geht dazwischen durch das bekannte *Minimum*, für welches

$$\frac{\partial a}{\partial e} = 0 \text{ oder } \cos b \cos b' = \cos e \cos e',$$

welcher Bedingung genügt wird, wenn $e = b'$, was $b = e'$ nach sich zieht, das heist bei *symmetrischem Ein- und Austritt*. Für diese besondere Stellung hat man:

$$e' = b = \frac{c}{2}, \sin e = \sin b' = n \sin \frac{c}{2}, a = 2e - c \quad (3),$$

was für obige Glassorten giebt

	n	e	b	a
Flintglas	1,7	58° 12' 42"	30°	56° 25' 24"
Crownglas	1,5	48 35 25	30	37 10 50

Die Stellung des Flintglases kann *vor* dem Minimum um 15°, *nachher* um 32° variiren, die des Crownglases um 21° und 42°, in beiden Fällen nachher ungefähr doppelt so viel als vorher. Dabei ändert sich die Ablenkung hin und zurück im ersten Fall um 18°, im zweiten um 21°.

Ueberhaupt kommt die Curve, deren Ordinaten die Ablenkungen, die Abscissen die Einfallswinkel darstellen, für Flintglas z. B. bei $e = 43^\circ$ von 73° anfangs steil herab, biegt sich bis $e = 58^\circ$ in die Horizontale um und steigt nachher langsam wieder auf 73° bei 90° . Da zugleich $\frac{\partial a}{\partial e}$ die *Geschwindigkeit* darstellt, mit welcher der gebrochene Strahl, verglichen mit dem Prisma, sich dreht, so sieht man,

dafs jener Strahl mit grofser abnehmender Geschwindigkeit sich dem Minimum nähert, einen Augenblick auf diesem verweilt, um sich nachher wieder mit langsam wachsender Geschwindigkeit davon zu entfernen, bis beim streifenden Einfallen beide Geschwindigkeiten *gleich* sind.

3. Ändert man bei unverändertem Einfallswinkel e den Brechungsindex n um δn , so ändert sich die Ablenkung, und zwar, nach Ausführung der Rechnung, um die Gröfse

$$\delta a = \frac{\partial b'}{\partial n} \delta n = \frac{\sin e}{\cos b \cos b'} \delta n \quad . \quad . \quad . \quad (4).$$

δa ist der Winkelraum (als Bogen) der von den Strahlen der betreffenden Brechungsdifferenz δn überdeckt wird, so dafs man $\frac{\partial a}{\partial n}$ die an der Stelle n vorhandene *lokale Ausbreitung* oder *Dilatation* des Spectrums nennen kann. Für die nämlichen Strahlen ändert sich dieselbe mit dem Einfallswinkel e . Bei kleinstem e , entsprechend dem streifenden Austritt, wird die Dilatation ∞ ; beim streifenden Einfallen für $e = 90^\circ$ wird ihr Werth bei

Flintglas 1,48068 Crown Glas 1,31496.

Die Art, wie die Dilatation variirt, ergibt sich, nach möglichster Vereinfachung des Ausdruckes, aus:

$$\delta \left(\frac{\partial a}{\partial n} \right) = \frac{\partial^2 a}{\partial n \partial e} \delta e = \frac{\sin e \cos e \cos e'}{\cos^2 b \sin b' \cos b'} (\operatorname{tg} b \operatorname{tge}' - \operatorname{tg}^2 b') \quad . \quad (5).$$

Der Ausdruck im zweiten Theile bleibt bei obigem Flintglase für alle *vorkommenden* Werthe von e stets negativ; die lokale Dilatation der nämlichen Strahlen nimmt mit wachsendem e , oder vom streifenden Austreten zum streifenden Einfallen, immer ab. Das Spectrum rückt nach dem streifenden Austreten hin stetig auseinander. Beim Crown Glas gilt dies nicht mehr. Etwas *vor* dem streifenden Einfallen wird eine Stellung erreicht, wo der zweite Theil der Gleichung durch 0 ins Positive übergeht; die Tangente des zweiten Brechungswinkels ist dann die *mittlere Proportionale* zwischen den Tangenten des ersten Brechungs- und zweiten Einfallswinkels. Die *Concentration* des Spectrums er-

reicht ein Maximum, jenseits dessen sie wieder bis zum streifenden Einfallen abnimmt. Für obiges Crownglas liegt dieser Punkt bei

$$\begin{array}{cccc} c & b & c' & b \\ 82^{\circ} 47' 33'' & 41^{\circ} 24' 16'' & 18^{\circ} 35' 44'' & 28^{\circ} 34' 34'' \end{array}$$

Was für die Strahlen einer kleinen Differenz δn gilt, kann *genähert* auf die Länge s des ganzen Farbenbildes ausgedehnt werden, wenn statt δn die *Größe der Zerstreuung* $z = n - n$, gesetzt wird. Man hat also

$$s = \frac{\sin c}{\cos b \cos b'} z,$$

wobei b, b' sich natürlich auf den mittleren Strahl beziehen. Nimmt man z. B. für z bei Flintglas 0,02, bei Crownglas 0,01 und fragt nach der *Länge des Spectrums* für die Stellung kleinster Ablenkung, in welcher $b = \frac{c}{2}$, also bei $c = 60^{\circ}$

$$s = \frac{z}{\cos b'},$$

so gelangt man auf folgende Werthe des Divergenzwinkels oder Winkels φ

	s	φ
Flintglas	0,0379664	$2^{\circ} 10' 31''$
Crownglas	0,0151185	0 51 58

Das Flintglasspectrum wäre alsdann 4 mal länger als dasjenige des Crownglases.

4. Bei optischen Darstellungen jeder Art kommen vorzüglich zwei Eigenschaften in Betracht, die *Helligkeit* und die *Schärfe*; beide sind von gleicher Wichtigkeit, wenn es sich um feine Erkennung der Einzelheiten handelt.

Was die erste Eigenschaft betrifft, so hängt die *Helligkeit* des aus einem einzelnen weißen Lichtstrahl entstandenen Spectrums vorerst von der Ausdehnung desselben ab; denn je kleiner diese ist, desto mehr drängen sich die einfachen Strahlen zusammen, desto intensiver erscheint das Farbenbild. Man sollte hiernach glauben, gegen das streifende Einfallen hin müßte die Helligkeit stetig wachsen, da das Spectrum sich verkürzt. Dem aber ist nicht so, wie

schon eine oberflächliche Ansicht lehrt. Da alsdann nämlich die *Reflexion* des ausßen schieß einfallenden Strahles bedeutend wächst, so schwächt sich der benutzte gebrochene Strahl in entsprechender Weise und das Spectrum, seiner Verkürzung ungeachtet, erblaßt und erlöscht allmählich.

Man muß daher die Helligkeit h nach dem Verhältniß der von δn herrührenden Lichtmenge zu der lokalen Dilatation δa beurtheilen

$$h = \frac{i \delta n}{\delta a} \dots \dots \dots (6).$$

Um aber i zu bestimmen, hat man auf die Fresnel'schen *Intensitätsformeln* zurückzugehen. Der ursprüngliche Strahl besitze die Intensität 1 und sey ganz unpolarisirt, so daß er, parallel und senkrecht zur Einfallsebene schwingend, gleiche Lichtmengen $\frac{1}{2}$ liefert. In den *gebrochenen* Strahl der *ersten* Brechung gehen dann Lichtmengen i_p und i_s über, (die Indices bezeichnen die Schwingungsrichtung parallel oder senkrecht zur Einfallsebene) welche bestimmt werden durch

$$i_p = \frac{1}{2} \frac{\sin 2e \sin 2b}{\sin^2(e+b) \cos^2(e-b)}, \quad i_s = \frac{1}{2} \frac{\sin 2e \sin 2b}{\sin^2(e+b)}.$$

Die Wirkung der *zweiten* Brechung wiederholt ähnliche Ausdrücke, da die Einfallsebene unverändert bleibt; daher hat der aus dem Prisma tretende Strahl die Intensität

$$i = \frac{1}{2} \frac{\sin 2e \sin 2b \sin 2e' \sin 2b'}{\sin^2(e+b) \sin^2(e'+b')} \left[1 + \frac{1}{\cos^2(e-b) \cos^2(e'-b')} \right] \dots (7),$$

welcher Ausdruck noch durch den frühern $\frac{\partial a}{\partial n}$ (4) zu dividiren ist. Die größte Helligkeit würde nun der Bedingung $\frac{\partial h}{\partial e} = 0$ entsprechen. Ohne aber die ungemein langen Rechnungen auszuführen, läßt sich auf indirectem Wege erkennen, daß das *Maximum* nahe der *kleinsten Ablenkung* liegen müsse.

Wäre nämlich $\frac{\partial a}{\partial n}$ constant, so entspräche das Maximum von h demjenigen der Intensität i . Nun aber sieht man, daß sowohl für streifendes Einfallen als streifendes Austreten die letztere Gröfse wegen der Factoren $\sin 2e$ und $\sin 2b'$ auf 0 herabsinkt. Zwischen diesen Gränzen muß also ein Maximum liegen und da die zusammengehörenden e, b in dem Ausdrucke (7) mit b', e' *symmetrisch* auftreten, so muß das Maximum dem Gleichheitswerth jener Gröfsen oder der Stellung *kleinster Ablenkung* entsprechen. Diefs Resultat wird durch die Veränderlichkeit von $\frac{\partial a}{\partial n}$ modificirt, welche Gröfse sich, dem Früheren zufolge, mit wachsendem e stetig verkleinert, was h vergrößert. Das Maximum der Helligkeit muß also für ein e eintreten, das gröfser ist als dasjenige der kleinsten Ablenkung, doch wegen der nicht raschen Aenderung von $\frac{\partial a}{\partial n}$ nicht weit davon entfernt.

Die Helligkeit hängt endlich von der Menge und Intensität der leuchtenden Punkte a ab, welche ihr Licht in das Spectrum vereinigen. Da indess eben diese Umstände ihren Einfluß auf die Schärfe ausüben, nur in umgekehrter Weise, so genügt deren Erörterung im folgenden Artikel.

5. Die wichtigste Eigenschaft des Spectrums ist jedenfalls aber die *Schärfe*, da ohne sie eine genaue Unterscheidung der Farbentöne und der Fraunhofer'schen Linien verschiedener Stellen unmöglich ist. An einem *vollkommen scharfen* Spectrum sollten die Strahlen einer bestimmten Brechung eine einzige *mathematische* Querlinie bilden; denn sobald sich die einzelne Strahlenart zu einem Streifen von merkbarer Breite ausbreitet, fallen die benachbarten Strahlen mehr oder weniger auf einander und mischen sich, was schlechterdings eine Unreinheit des Spectrums zur Folge hat.

Solche *Streifen der Undeutlichkeit*, wie wir sie nennen wollen, können durch zwei Ursachen entstehen, abgesehen von allfälligen diffusen Brechungen und Zerstreuungen aus der Unvollkommenheit des Prisma: 1) in Folge der *Breite*

der Oeffnung und 2) der Breite der Lichtquelle jenseits der Oeffnung, welche letztere wir uns als Ritze denken.

Bezeichnet R die Breite der Ritze, so gehen durch jeden Punkt von R , wenigstens wenn der leuchtende Körper so breit wie die Ritze ist, identische parallele Strahlen, die gleich gebrochen werden und parallel wieder austreten. Die Breite R verwandelt sich durch die Brechung des Eintritts in $R \cos b : \cos e$ und diese hinwieder durch die Brechung des Austritts in

$$r = \frac{\cos b \cos b'}{\cos e \cos e'} R \quad \dots \quad (8).$$

Dieses wird die absolute Breite dieser Streifen *erster Art* im Spectrum seyn. Das Mittel, diese Streifen zu verkleinern, besteht darin: 1) R klein, oder die Oeffnung *schmal* zu machen, was leider nur bei intensiven Lichtquellen angeht, und 2) die Stellung des Prisma dem streifenden Austreten zu nähern, denn für $b' = 90^\circ$ und für diesen Werth allein (b hat stets einen viel kleineren Werth) sinkt r auf 0 herab. Die Stellung kleinster Abweichung ist in dieser Beziehung keineswegs, wie oft angegeben wird, diejenige grösster Schärfe, sondern man findet sie, indem man das Prisma so dreht, dafs sich e verkleinert, die Strahlen dem streifenden Austreten sich nähern. Im Grunde sogar entscheidet nicht der absolute Werth von r über den Grad der Deutlichkeit, sondern der relative Werth im Vergleich zur absoluten Länge des Spectrums oder $l.s$, wo l die Entfernung darstellt, in welcher das Spectrum aufgefangen wird. Diese Gröfse ist

$$\frac{r}{l.s} = \frac{\cos^2 b \cos^2 b'}{\cos e \cos e'} \cdot \frac{R}{\sin e \cdot z l'} \quad \dots \quad (9).$$

Für Werthe von e jenseits derjenigen der kleinsten Ablenkung verschmälert sich das Spectrum, die Streifen behalten grössere Werthe, die Farbentöne bleiben unrein und verwischt. Für Werthe *diesseits* des Ablenkungsminimum, gegen das streifende Austreten hin, *verkleinern* sich die Streifen, die Länge des Farbenbildes wächst und die Schärfe,

an den Fraunhofer'schen Linien erkennbar, tritt in rascher Weise hervor.

Doch kann man nicht zu weit nach dem streifenden Austreten hin vorgehen, einmal weil diese Gränze für die verschiedenen Farben eine andere ist, daher eine andere Stellung des Prismas voraussetzt, zweitens, weil die Helligkeit, wie früher erläutert worden, eine zu geringe wird, endlich, weil eine zu große Dilatation des Spectrums den Gegensatz der hellen Stellen und dunkeln Linien dem Auge verwischt. Bei Flintglasprismen erscheint die mittlere Lage, zwischen denen kleinster Ablenkung und streifenden Austretens nahe als die günstigste.

6. Die Undeutlichkeitsstreifen *zweiter Art* haben ihren Grund in der *Breite K* des leuchtenden Körpers, im Sinne der Ritzenbreite. Jeder Punkt der Ritze wird nämlich ein Ausgangspunkt divergirender Strahlen, die von allen Punkten in der Breite des leuchtenden Körpers ausgehen, und in ihm sich schneiden: nach ihrer zweimaligen Brechung treten sie im allgemeinen (die Strahlen an der Gränze kleinster Ablenkung können eine Ausnahme bilden) wiederum *divergirend* aus und veranlassen auf dem Spectrum einen Undeutlichkeitsstreifen. Wir reden natürlich von gleichartigen, mit gleicher Brechbarkeit begabten Strahlen.

Die Divergenz der Strahlenrichtungen eines solchen Büschels vor dem Eintreffen auf das Prisma wird, wenn klein, als Bogen seyn

$$\delta e = \frac{K}{L},$$

wo L die Entfernung der Lichtquelle von der Ritze bezeichnet. Steht das Prisma in einer Entfernung l von der Ritze und in einer solchen l von der das Spectrum auffangenden Wand, so entsteht ein Undeutlichkeitsstreifen, dessen absolute Gröfse

$$k = (y + l) \delta b'$$

seyn wird, wenn y die Entfernung des virtuellen Ausgangspunktes des zweimal gebrochenen Büschels bezeichnet. Da wie bekannt, unter Vernachlässigung der Prismendicke,

$$y = \frac{\cos^2 b \cos^2 b'}{\cos^2 e \cos^2 e'} l, \quad \delta b' = - \frac{\cos e \cos e'}{\cos b \cos b'} \delta e,$$

so ergibt sich die relative Breite dieser Streifen

$$\frac{\delta l}{l} = - \left(\frac{\cos^2 b \cos^2 b'}{\cos e \cos e'} \cdot \frac{1}{l} + \cos e \cos e' \right) \frac{K}{\sin e \cdot \pi L}. \quad (10).$$

Diese Streifen verschwinden bei *keiner* Ablenkung, vermindern sich aber durch Kleinheit und Entfernung der Lichtquelle, durch Entfernung des Prismas von der Ritze und Annäherung an die Wand. Um diese Streifen zu beseitigen, bedarf es anderer Mittel als die bloße Umstellung des Prismas; die Nothwendigkeit dieser Mittel erkannt und sie in richtiger Weise zur Anwendung gebracht zu haben, ist das besondere Verdienst Fraunhofer's.

7. Man kann zur Verminderung der Undeutlichkeitsstreifen aus der Divergenz der Büschel auf dreifache Weise verfahren.

- 1) Man stellt unmittelbar vor das Prisma einen Schirm mit einer zweiten Ritze auf, welcher den benutzten Strahlbüschel bedeutend reducirt. Bezeichnet r' dessen Breite, so hat man

$$\delta e = \frac{r'}{l}$$

zu setzen.

- 2) Will man das Spectrum *objectiv* beobachten, so wird nach dem Prisma eine achromatische Linse von grosser Brennweite F eingeschaltet. Die Strahlen eines jeden von der Oeffnung ausgehenden Büschels fallen als von der Entfernung y kommend auf die Linse. Damit sie im Spectrum sich genau wieder vereinigen, muß l' die zugehörige Bildweite darstellen, oder

$$l' = \frac{yF}{y-F}$$

seyn.

Für diese Entfernung erhalten die Streifen *erster Art* eine Breite r' , die sich bestimmt aus

$$\frac{r'}{r} = \frac{l'}{y} \quad \text{woraus} \quad r' = \frac{rF}{y-F}.$$

Ein Ausdruck, der immer noch mit r proportional ist, so dafs die Annäherung an das streifende Austreten auch bei Anwendung der Linse nicht vernachlässigt werden darf.

3) Endlich dient das Fraunhofer'sche Verfahren bei *directer* Beobachtung des Spectrums. Man blickt mittelst eines Fernrohrs, das auf die Entfernung y eingestellt wird, nach dem virtuellen Bilde der Ritze. Auch auf diesem Wege reduciren sich die Undeulichkeitsstreifen *zweiter Art* für das Auge zu Linien, während diejenigen *erster Art*, wie immer, durch Annähern an das streifende Austreten vermindert werden.

8. Aus dem Gesagten ergeben sich also folgende einfache Vorschriften zur Beseitigung des Mangels an Schärfe:

- 1) Die *Streifen erster Art* werden durch möglichste Verkleinerung der Oeffnung und angemessene Annäherung an das streifende Austreten, beides, so weit die Helligkeit es gestattet, verkleinert;
- 2) Die *Streifen zweiter Art* werden mittelst einer zweiten Ritze vermindert, oder mittelst eines auf die Entfernung y eingestellten optischen Apparates auf ein Minimum reducirt.

Längst hat Broch die, auffallender Weise wenig beachtete, Bemerkung gemacht, dafs das Auge für sich schon einen optischen Apparat darstelle, der das Spectrum mit grosser Schärfe, selbst bis auf die Fraunhofer'schen Linien zweiter Ordnung erkennen lasse. Zu dem Ende stellt sich dasselbe nahe an die Rückenante der Austrittsfläche, um die dem Streifenden sich annähernden Strahlen zu empfangen, und zugleich in eine angemessene Entfernung von der Ritze, um von der Entfernung y ein scharfes Bild zu sehen. Bei intensivem Sonnenlicht, was die Ritze auf eine verschwindende Linie zu verengern gestattet, jedoch eine sehr genaue Bearbeitung der Ritzenränder voraussetzt, beobachtet man so ein Spectrum von gröfster Nettigkeit, sieht die stärkeren Linien wie mit dem Grabstichel gezogen, und entdeckt, wenn das Auge scharf ist, eine ganze Reihe der feineren Linien, weit mehr, als es mit Hülfe eines Fernrohrs

der Fall ist, das nicht alle Bedingungen der Vorzüglichkeit erfüllt. Die Vorzüge der directen einfachsten Beobachtung, deren Fehlerquellen auf das Unvermeidliche, nämlich auf die Unvollkommenheiten des Prisma und des beobachtenden Auges eingeschränkt sind, diese Vorzüge treten dann aber besonders hervor, wenn es sich um schwächere, terrestrische Lichtquellen handelt. Alle Vergrößerungsmittel schwächen das Licht, zumal hier, wo dasselbe nicht das ganze Objectivglas, sondern nur einen Streifen desselben trifft, und außerdem zieht die Benutzung mehrerer Gläser stets einen bedeutenden Lichtverlust durch Reflexionen nach sich. Wo Lichtschwächungen nachtheilig sind, machen sich die Vortheile einer möglichsten Vereinfachung der angewandten Apparate in vollem Maasse geltend. In solchen Fällen ohnehin muß ein Theil der Vergrößerung und Schärfe der Helligkeit geopfert werden.

9. Bisher waren Spectralversuche ein ausschließliches Geschäft des Physikers. Es bedurfte eines eigenen zu verdunkelnden Zimmers, man war auf bestimmte Richtungen der Strahlen angewiesen, an gewisse Aufstellungen der Apparate gebunden, Bedingungen, welche der leichten Vornahme und der Mannichfaltigkeit der Versuche sehr hinderlich waren. Bereits hat Hr. Kirchhoff sich von dem dunkeln Zimmer unabhängig gemacht, indem er das Prisma vertical in ein auf drei Füßen stehendes dunkles Kästchen einschließt, an dessen einer Wand, der Eintrittsfläche entsprechend, eine Röhre mit Ritze, an dessen anderer, der Austrittsfläche, ein kleines Fernrohr eingepflanzt ist. Beschränkt man sich aber auf die einzig *wesentlichen* Theile, Ritze, Prisma und Auge, wodurch, wie gesagt, in den meisten Fällen eher gewonnen als verloren wird, so läßt sich die Vereinfachung des Apparates noch viel weiter treiben.

Die folgende Einrichtung eines *Spectroskopes* scheint mir alle Vorzüge der Bequemlichkeit, Einfachheit und Wohlfeilheit zu vereinigen, die der Chemiker und Physiker bei qualitativen Spectralversuchen verlangen kann. A (Fig. 8 Taf. IV) ist eine einfache, innen geschwärzte Röhre, die

man zum Anpassen an die Sehweite zum Ausziehen einrichten kann. Sie hat 40 bis 60 Centim. Länge auf 3 bis 4 Weite. An das eine Ende wird das Stück *B* mit der Ritze aufgesteckt, die in Fig. 9 Taf. IV von aussen dargestellt ist. Die Ränder müssen mit größter Schärfe geradlinig und parallel hergerichtet seyn, sonst treten bald die bekannten störenden Longitudinalinien hervor. Der eine überdies verändert sich mittelst einer feinen Schraube *a*. An das andere Ende des Rohres wird eine kleine Blechkapsel *C* (selbst diese kann im Grunde erspart werden) angebracht, in welcher sich das kleine Prisma *b* befindet, das mehr nicht als $1\frac{1}{2}$ bis 2 Centim. Höhe auf 1 bis $1\frac{1}{2}$ Centim. Seite zu haben braucht. In Fig. 10 Taf. IV ist dieser Theil von oben dargestellt. Die Vorzüglichkeit des Prismas, was Stärke der Zerstreuung, innere Homogenität, Vollkommenheit der Flächen betrifft, bildet natürlich die wesentlichste Bedingung der Güte des Apparats; die Kleinheit aber gestattet diese Bedingungen ohne zu große Kosten zu erfüllen. Man könnte das Prisma für ein und allemal in günstiger Stellung befestigen; dem genaueren Beobachter wird es jedoch lieb seyn, dasselbe mittelst des Knopfes *c* hinlänglich hin- und herdrehen zu können, um die Veränderungen der Schärfe zu verfolgen. Die Prismenkapsel *C* ist schief zu der Axe des Rohres *A* abgeschnitten. Auf diese schiefe Oeffnung wird ein Deckel *D* aufgeschachtelt, der eine $1\frac{1}{4}$ Centim. hohe und 6 bis 8 Millim. weite Spalte *d* zum Hineinblicken hat, in welche Spalte die Rückenante des Prismas *b* hineinragt. Der Deckel *D* breitet sich rings herum als 6 bis 9 Centim. großes, geschwärztes Schutzblech aus, bestimmt, die oft blendenden directen Einwirkungen der Lichtquelle vom Auge abzuhalten. Feine Beobachtungen verlangen unbedingt möglichste Frische und Ruhe des Organes. Das ganze Rohr *A* wird endlich, horizontal und vertical beweglich, von dem kleinen Arm *E*, einer Hülse getragen, die an einer verticalen, auf Dreifufs stehenden Säule *F* auf- und niedergeschoben werden kann. Man richtet so das Rohr nach jeder beliebigen Lichtquelle, mag sie sich, wie die Sonne,

oben befinden, oder wie beim Quecksilberfunken des Rumkorff'schen Apparates, unten auf dem Tische liegen, und kann das Spectroskop durch Aenderung von Höhe und Richtung, oder durch Drehen des Rohres nebst Ritze und Prisma um seine Axe stets zur passenden und bequemen Beobachtung einrichten.

So hergestellt dient das Instrument gleich gut bei Beobachtungen über die Sonnenspectra, über die Absorptionsstreifen der Flüssigkeiten und Gase, über die Masson'schen Metallspectren des elektrischen Lichtbogens, über die Plücker'schen Spectren der Geißler'schen Röhren, endlich über die chemischen Linien verschiedener Radicale, wie Kirchhoff und Bunsen sie beschrieben haben.

VIII. *Ueber Paraguaythee;* *von Dr. Stahl Schmidt.*

Durch die Güte des preussischen Generalconsuls Hrn. v. Gülich, erhielt Hr. Professor Rammelsberg eine größere Menge Paraguaythee zugeschickt. Letzterer war so freundlich mir die ganze Menge des Thees, behufs einiger Versuche, besonders aber zur Bestimmung des Caffeingehaltes zur Verfügung zu stellen. Im Folgenden will ich die erhaltenen Resultate mittheilen und die Methode angeben, nach welcher ich das Caffein dargestellt und bestimmt habe.

Der Paraguaythee kommt von verschiedenen Arten *Ilex*, (*Ilex paraguayensis*, *I. Theezons* u. a.) und bildet dem Ansehn nach die zerkleinerten Blätter und kleineren Zweige der Pflanze. Kocht man den Thee wiederholt mit Wasser aus und dampft den erhaltenen Absud so lange ein, bis der zurückbleibende Extract beim Erkalten zu einer festen amorphen Masse erstarrt, so ist das Gewicht desselben ein

Drittel von dem des Thees. Allgemeines über den Paraguaythee führe ich nicht an, da dieses von Trommsdorf Ann. d. Chemie u. Pharm. Bd. 18, S. 88 geschehen.

Stenhouse, welcher den Paraguaythee ebenfalls untersucht hat, stellte das Caffein daraus auf folgende Weise dar (Ann. d. Chemie und Pharm. Bd. 45, S. 366 u. Bd. 46, S. 227). Er kochte den Thee mit Wasser aus, fällte die Infusion mit Bleizuckerlösung und alsdann mit basisch essigsaurem Bleioxyd, oder kochte längere Zeit mit Bleioxyd und verdampfte die klare Flüssigkeit zur Trockne. Der Rückstand wurde dann der Sublimation unterworfen. Er erhielt auf diese Weise aus 2 Pfund Thee 12,5 Gran Caffein und bei einem zweiten Versuch 14,5 Gran = 0,13 Proc.

Diese Methode erschien mir nicht geeignet die grösst möglichste Ausbeute zu liefern und zwar deshalb nicht, weil der Ueberschufs von Bleizucker nicht aus der Flüssigkeit geschafft, vielmehr der Sublimation mit unterworfen wird. Zudem bleiben auch noch alle diejenigen Substanzen in der Flüssigkeit, welche durch die Bleiverbindungen nicht gefällt werden, solche werden dann bei der Sublimation mit erhitzt und verursachen ebenfalls einen Verlust an Caffein.

Folgende Methode, welche ich angewandt habe, ergab eine bedeutend grössere Ausbeute an Caffein.

Der Thee wurde zuerst mit Wasser in einer Destillirblase der Destillation unterworfen, um das ätherische Oel, welches in dem Thee enthalten ist, zu gewinnen. Aus dem Destillat, welches etwa 20 Pfund wog, schied sich aber, selbst nach längerem Stehen, nichts ab. Es opalisirte, roch eigenthümlich, schwach nach Thee und hatte einen pfeffermünzartigen Geschmack. Hierauf wurde die Flüssigkeit abgепreßt und der Rückstand noch 4 bis 5 mal mit Wasser ausgekocht. Alle Decocte wurden nun vereinigt und alsdann mit basisch essigsaurem Bleioxyd so lange ausgefällt, bis kein Niederschlag mehr erfolgte. Da sich der Bleiniederschlag von der weingelben Flüssigkeit weder filtriren noch colliren liess, so liess ich denselben ruhig absetzen

und decantirte die Flüssigkeit vom Niederschlag ab. Auf dieselbe Weise wurde derselbe auch ausgewaschen.

Aus der so erhaltenen Flüssigkeit wurde der Bleiüberschufs durch Schwefelwasserstoff gefällt, das Schwefelblei abfiltrirt und alsdann das Filtrat zum Syrup eingedampft. Derselbe sieht dunkelbraun aus und enthielt nach dem Erkalten eine sehr beträchtliche Menge Caffeinkrystalle, welche in einem Kolben durch käufliches Benzol ausgezogen wurden. Zu diesem Behufe erhitzt man den Syrup mit Benzol im Wasserbade und schüttelt beide Substanzen, da sie sich nicht mischen, lange und tüchtig durch einander. Nach kurzer Ruhe scheidet sich das Benzol oben ab, wird darauf behutsam abgegossen und zum Erkalten hingestellt. Nach dem völligen Erkalten hat sich fast alles Caffein in zarten weissen Nadeln abgeschieden, welche durch Filtriren und nachherigem Auspressen von der Mutterlauge getreunt werden.

Da das Caffein in heifsem Benzol, viel weniger aber in Benzol von gewöhnlicher Temperatur löslich ist, und was bei dieser Methode von Belang ist, das Benzol von den übrigen braunen Substanzen des Syrups fast nichts auflöst, so erhält man das Caffein auf diese Weise fast vollständig rein, wenigstens nur sehr wenig gelb gefärbt. Am vortheilhaftesten ist es dann, wenn man es ganz rein haben will, dafs man es aus Wasser oder Alkohol umkrystallisirt, oder wenn man einen ziemlich beträchtlichen Verlust nicht scheut, dafs man es sublimirt. Bei letzterem Processe erhält man fast die ganze Menge Caffein wieder und es bleibt nur ein schwacher schwarzer Anflug im Sublimationsgefäfs zurück, ein Beweis dafür, dafs man es aus Benzol fast rein krystallisirt erhält.

Auf diese beschriebene Weise erhielt ich aus 18 Pfund Paraguaythee 38 Grm. Caffein = 0,44 Proc. Nach dieser Methode erhält man also $3\frac{1}{3}$ mal so viel als nach derjenigen von Stenhouse. Hierbei will ich jedoch erwähnen, wie es möglich, ja wahrscheinlich ist, dafs in verschiedenen Jahren der Caffeingehalt des Thees auch verschieden seyn

kann, abgesehen davon, daß die verschiedenen Arten von Ilex und ein verschiedener Standort der Pflanze ebenfalls den Gehalt an Caffein modificiren können.

Um mich zu überzeugen, daß das aus dem Paraguaythee erhaltene Caffein identisch sey mit dem aus dem gewöhnlichen Thee oder Kaffee dargestellten, stellte ich das Chlorcaffeiplatinchlorid dar und bestimmte in demselben den Platingehalt.

0,589 Grm. bei 100° C. getrockneten Salzes hinterließen beim Glühen 0,143 Grm. Pl = 2,44 Proc.

Die Berechnung verlangt 2,47 Proc.

Die gefundene Zahl stimmt mit der Berechnung und mit der von Stenhouse erhaltenen sehr genau überein. Da Letztere durch die Bestimmung des Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Stickstoffs die Identität des Paraguaytheecaffein mit dem gewöhnlichen Caffein festgestellt hat, so hielt ich eine weitere Analyse meines Caffein für überflüssig.

In Betreff des Platindoppelsalzes will ich noch folgendes erwähnen. Nicholsan giebt an, daß dasselbe schwer löslich ist in Wasser und Alkohol. Da mir dieses jedoch nicht ganz richtig schien, so habe ich die Löslichkeit desselben in diesen beiden Lösungsmitteln bestimmt. In heißem Wasser und Alkohol ist es sehr leicht löslich, es löst sich jedoch bei gewöhnlicher Temperatur erst in 20 Theilen Wasser und 50 Theilen Alkohol.

Ueber die im Paraguaythee enthaltene Gerbsäure kann ich nur sehr wenig mittheilen, da sie an und für sich wohl schon sehr verändert und dadurch ihre Darstellung sehr schwierig ist. Den bei der ersten Operation erhaltenen Niederschlag zersetzte ich mit Schwefelwasserstoff und dampfte das Filtrat im Wasserbade zur Trockne ein. Wurde der Rückstand mit Alkohol übergossen, so entstand eine braune Lösung, welche die Gerbsäure enthielt, und eine schleimige Masse blieb zurück, welche größtentheils aus Salzen bestand. Wurde die alkoholische Lösung mit Wasser verdünnt, so entstand abermals ein schmutzig brauner Niederschlag, woraus hervorgeht, daß die Flüssigkeit sich stets verändert. Die wässerige

Lösung färbt sich dunkelbraun, wenn sie mit Kali, Natron oder Ammoniak versetzt wurde, mit Salzsäure neutralisirt, wurde sie hellgelb. Mit Eisensalzen gab sie einen dunkelbraunen Niederschlag und mit essigsauerm Bleioxyd einen hellgelben. In einer Lösung von Kupfervitriol brachte sie keine Fällung hervor, es entstand aber ein dunkelgrüner Niederschlag, wenn die Flüssigkeit mit einem Tropfen Ammoniak neutralisirt wurde. Auf dieselbe Weise brachte sie in Chlorbarium einen weissen Niederschlag hervor, welcher sich sehr rasch veränderte und braun wurde.

Schliesslich will ich noch bemerken, dass die befolgte Methode der Caffeingewinnung aus Paraguaythee auch auf die anderen caffeinhaltigen Substanzen angewandt werden kann. Ich kann sie empfehlen, da man nach derselben das Caffein vollständig und fast rein gewinnt. Schon Vogel hat das Benzol zur Bereitung des Caffeins aus Kaffeebohnen angewendet mit dem Unterschiede jedoch, dass er die Kaffeebohnen direct mit Benzol auszog und später das Caffein von dem Kaffeeöl durch Krystallisation aus Wasser trennte.

Berlin, den 12. Februar 1861.

IX. Ueber die Bildung des Wasserstoffsuperoxydes während der langsamen Oxydation der Metalle in feuchtem gewöhnlichem Sauerstoff oder atmosphärischer Luft; von C. F. Schönbein.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus d. Gelehrt. Anzeig. der Münch. Akad. 1860, No. 29.)

In einer meiner letzten Abhandlungen ist gezeigt worden, dass das Zink, Kadmium, Blei und Kupfer, wenn mit reinem oder schwefelsäurehaltigem Wasser und gewöhnlichem Sauerstoff oder atmosphärischer Luft nur kurze Zeit geschüttelt,

die Bildung merklicher Mengen von Wasserstoffsuperoxyd verursachen.

Diese Thatsachen ließen mich vermuthen, daß unter den gleichen Umständen auch noch andere Metalle das nämliche zu thun vermöchten und aus nachstehenden Angaben wird erhellen, daß dem wirklich so ist.

1. *Zinn.* Bloßes Wasser mit reinstem zertheiltem Zinne oder auch mit dem flüssigen Amalgame dieses Metalles und Sauerstoffgas oder atmosphärischer Luft selbst noch so lange zusammengeschüttelt, gab mir nie eine Flüssigkeit, in welcher ich mit den empfindlichsten Reagentien auch nur eine Spur von Wasserstoffsuperoxyd hätte nachweisen können. Schüttelt man aber etwa 50 Grm. Wassers, 1 Proc. Schwefelsäure enthaltend, mit 100 Grm. noch flüssigen Zinnamalgames vier bis fünf Minuten lang lebhaft zusammen, so enthält die abfiltrirte Flüssigkeit schon so viel HO_2 , daß sie mit dem doppelten Volumen reinen Aethers und einigen Tropfen verdünnter Chromsäurelösung zusammen geschüttelt, jenen noch deutlich lasurblau färbt und eben so die übrigen oxydirenden und reducirenden Wirkungen des Wasserstoffsuperoxydes hervorbringt.

2. *Wismuth.* Reines Wasser mit dem Amalgame dieses Metalles und atmosphärischer Luft nur wenige Minuten zusammengeschüttelt, wird HO_2 -haltig, wie dieß die oft erwähnten oxydirenden und desoxydirenden Reactionen unserer Flüssigkeit außer Zweifel stellen. Bei Anwendung schwefelsäurehaltigen Wassers erhält man sehr bald eine Flüssigkeit, welche schon durch bloße Chromsäurelösung deutlich lasurblau gefärbt wird.

3. *Eisen.* Durch Schütteln des reinen Wassers mit atmosphärischem Sauerstoff und bloßem Eisen, in welcher Beschaffenheit auch dieses Metall angewendet werden mochte, ist es mir bis jetzt noch nicht gelungen, eine HO_2 -haltige Flüssigkeit zu erhalten, unter sonst gleichen Umständen aber wohl mit Eisenamalgame, das ich mir in folgender Weise bereitete.

Ein Amalgam aus einem Theile Natriums und neun und

neun
centri
und
mit V
Schüt
sers
nur k
Folge
diesel
mit v
dünn
Tiefst
färbte
dünn
entfä
verd
oxyd
Berli
sigke
schen
bring
V
haltig
Umst
kann
daß
Salz
A
gen
schüt
ständ
mich
 HO_2
durch
der
I
nige

neunzig Theilen Quecksilbers bestehend, wurde mit concentrirter Eisenchlorürlösung einige Zeit zusammengerieben und das entstandene etwas dickliche Eisenamalgam so lange mit Wasser behandelt, bis dieses vollkommen rein ablief. Schüttelte ich diese Metallverbindung mit etwas reinen Wassers und atmosphärischer Luft in einer geräumigen Flasche nur kurze Zeit zusammen, so trübte sich die Flüssigkeit in Folge kleiner Mengen entstandenen Eisenoxydes und zeigte dieselbe abfiltrirt folgende Reactionen: Iodkaliumkleister damit vermischt, bläute sich bei Zusatz einiger Tropfen verdünnter Eisenvitriollösung beinahe augenblicklich auf das Tiefste; durch Indigotinctur merklich stark gebläut, entfärbte sie sich rasch beim Zufügen einiger Tropfen verdünnter Eisenvitriollösung; ein wenig durch SO_3 angesäuert, entfärbte sie Kalpermanganatlösung; mit einem Gemisch verdünnter Lösungen von Kaliumeisencyanid und Eisenoxydsalz vermengt, bläute sie sich bald in Folge gebildeten Berlinerblaus. Diese Thatsachen zeigen, daß besagte Flüssigkeit die für das Wasserstoffsuperoxyd so charakteristischen oxydirenden und reducirenden Wirkungen hervorbringt und somit sicherlich auch diese Verbindung enthält.

Wendet man anstatt des reinen Wassers schwefelsäurehaltiges an, so wird kein HO_2 erhalten, weil unter diesen Umständen ein Eisenoxydulsalz entsteht, mit welchem bekanntlich das Superoxyd nicht zusammen treffen kann, ohne daß es sofort ein Aequivalent seines Sauerstoffes an jenes Salz abtrete.

Aus der Abwesenheit von HO_2 in dem schwefelsäurehaltigen mit Eisenamalgam und atmosphärischem Sauerstoff geschüttelten Wasser folgt jedoch nicht, daß unter diesen Umständen besagtes Superoxyd nicht gebildet werde: es ist für mich im Gegentheil so gut als gewiß, daß auch hierbei HO_2 entstehe, aber unmittelbar nach seiner Erzeugung durch das gleichzeitig sich bildende Eisenoxydulsulfat wieder zerstört werde.

Da in dem etwas zähen Eisenamalgam, nachdem es einige Zeit mit Wasser und atmosphärischer Luft behandelt

worden, merkliche Mengen Eisenoxydes stecken bleiben, so geschieht es, dafs mit einem so beschaffenen Eisenamalgam kein Wasserstoffsuperoxyd mehr erhalten werden kann, wie lange man jenes auch mit Wasser und Luft schütteln mag. Unter diesen Umständen wird nämlich HO_2 eben so schnell durch das Eisenoxyd zerstört als gebildet; um jedoch das Amalgam wieder brauchbar zu machen, hat man dasselbe nur, erst mit salzsäurehaltigem- und dann zu wiederholten Malen mit reinem Wasser auszuwaschen.

4. *Chrom.* Reines Wasser nur kurze Zeit mit Chromamalgam (mittelst Kalium- oder Natriumamalgames und einer concentrirten Lösung salzsauren Chromoxydes dargestellt), und atmosphärischem Sauerstoff geschüttelt, erlangt die Eigenschaft, den Iodkaliumkleister bei Zusatz einiger Tropfen verdünnter Eisenvitriollösung tief zu bläuen wie auch die übrigen oxydirenden und reducirenden Wirkungen des Wasserstoffsuperoxydes hervorzubringen. Mit SO_3 gesäuertem Wasser kann eine Flüssigkeit erhalten werden, welche das doppelte Volumen reinen Aethers mit einigen Tropfen verdünnter Chromsäurelösung vermischt, noch merklich bläut, falls man diesen Aether einige Male mit neuen Antheilen der sauren Flüssigkeit und Chromsäurelösung behandelt. Ich füge noch bei, dafs während der Bildung von HO_2 bei Anwendung reinen Wassers eine bräunliche Materie entsteht, welche ohne Zweifel von oxydirtem Chrome herührt.

5. *Aluminium.* Reines Wasser mit fein zertheiltem Aluminium und atmosphärischer Luft einige Zeit geschüttelt, vermag bei Zusatz einiger Tropfen verdünnter Eisenvitriollösung den Iodkaliumkleister merklich stark zu bläuen, die gesäuerte Kalipermanganatlösung zu entfärben u. s. w., und kaum ist nöthig ausdrücklich zu bemerken, dafs bei längerer Behandlung des Metalles mit Wasser und Luft sich einige Thonerde bildet. Durch SO_3 angesäuertes Wasser scheint in dem vorliegenden Falle weder die Bildung von HO_2 noch die Oxydation des Aluminiums in merklichem Grade zu begünstigen. Wasser, nur Spuren von Kali oder Natron

enthaltend und kurze Zeit mit dem Metall und atmosphärischer Luft geschüttelt, färbt, nachdem die Flüssigkeit durch Schwefelsäure genau neutralisirt worden, den Iodkaliumkleister unter Beihülfe einiger Tropfen Eisenvitriollösung tief blau. Es unterliegt daher keinem Zweifel, daß auch während der langsamen Oxydation des Aluminiums in wasserhaltigem atmosphärischem Sauerstoff noch nachweisbare Mengen Wasserstoffsuperoxydes gebildet werden.

6. *Nickel*. Auch mit diesem Metall, für sich allein angewendet, ist es mir noch nicht gelungen, Wasserstoffsuperoxyd zu erhalten, wohl aber mit Nickelamalgam, gerade so bereitet, wie dasjenige des Eisens. Hat man jene Metallverbindung nur kurze Zeit mit atmosphärischem Sauerstoff und reinem Wasser zusammengeschüttelt, so besitzt Letzteres schon die Eigenschaft, den damit vermischten Iodkaliumkleister bei Zusatz einiger Tropfen verdünnter Eisenvitriollösung tief zu bläuen, wie auch die übrigen oxydierenden und reducirenden Wirkungen von HO_2 hervorzu- bringen. Das Maximum des Gehaltes einer solchen Flüssigkeit an HO_2 vermochte ich jedoch nicht über $\frac{1}{30000}$ zu bringen; wendet man aber SO_3 -haltiges Wasser an, so läßt sich dasselbe so stark mit Wasserstoffsuperoxyd beladen, daß es schon durch bloße Chromsäurelösung merklich stark lasurblau gefärbt wird.

7. *Kobalt*. Reines Wasser mit Kobaltamalgam (nach Art des Nickelamalgames bereitet) und atmosphärischer Luft nur wenige Minuten lang zusammengeschüttelt, zeigt alle Oxydations- und Reducationswirkungen, welche das Wasserstoffsuperoxyd kennzeichnen.

8. *Mangan*. Wird reines Wasser mit Manganamalgam (mittels Chlormangans und Natriumamalgame dargestellt) und atmosphärischer Luft nur kurze Zeit geschüttelt, so vermag es den Iodkaliumkleister beim Zufügen einiger Tropfen verdünnter Eisenvitriollösung tief zu bläuen, wie auch die übrigen oxydierenden und reducirenden Wirkungen von HO_2 zu verursachen. Durch fünf Minuten langes Schütteln schwefelsäurehaltigen Wassers erhielt ich eine Flüssig-

keit, welche das doppelte Volumen reinen Aethers beim Vermischen mit einigen Tropfen verdünnter Chromsäurelösung deutlich lasurblau zu färben vermochte, welche That- sachen zur Genüge beweisen, daß auch das Mangan die Bildung von Wasserstoffsuperoxyd veranlaßt, während das Metall in Berührung mit Wasser in atmosphärischem Sauer- stoff sich langsam oxydirt.

Aus obigen und meinen frühern Angaben ersehen wir, daß jetzt schon zwölf sehr verschiedenartige metallische Körper bekannt sind, welche während ihrer langsamen Oxy- dation in reinem oder atmosphärischem Sauerstoff, sey es unter Mitwirkung reinen oder gesäuerten Wassers die Bil- dung von Wasserstoffsuperoxyd verursachen. Wie mir scheint, lassen diese zahlreichen Thatfachen kaum daran zweifeln, daß auch die übrigen Metalle, welche bei ge- wöhnlicher Temperatur in feuchtem Sauerstoffgas sich lang- sam oxydiren, diese Wasserstoffsuperoxydbildung veranlas- sen, daß folglich die Mehrzahl der metallischen Elemente dieß zu thun vermag, weil mit Ausnahme der sogenannten edlen Metalle wohl alle Uebrigen in feuchter Luft als oxy- dirbare sich verhalten, wenn auch in verschiedenem Grade.

Es kann allerdings Fälle geben und giebt in der That auch solche, wo unter den erwähnten Umständen ein me- tallischer Körper sich oxydirt und dabei dennoch kein Was- serstoffsuperoxyd zum Vorschein kommt. Das Arsen zum Beispiel, gleichzeitig mit Wasser und gewöhnlichem Sauer- stoff in Berührung gesetzt, oxydirt sich allmählich; wie lange man aber das Metall unter diesen Umständen belassen mag, niemals wird man auch nur die kleinste Spur von Wasser- stoffsuperoxyd erhalten. Mir wenigstens ist dieß noch nicht geglückt, welches negative Ergebniss ich mir einfach in fol- gender Weise erkläre. Das Arsen wird nach meinen Er- fahrungen selbst durch stark verdünntes Wasserstoffsuper- oxyd schon in der Kälte rasch oxydirt, wie man dieß leicht daraus ersehen kann, daß ein mittelst der Marsh'schen Methode auf einem Porcellanscherben gesetzter Arsensfleck, mit verdünntem Wasserstoffsuperoxyd übergossen, schnell

verschwindet. Würde nun bei der Berührung des Arsens mit gewöhnlichem Sauerstoff und Wasser wirklich auch HO_2 gebildet, so müßte dasselbe unmittelbar nach seiner Erzeugung durch das vorhandene noch nicht oxydirte Metall wieder zerstört werden; und erfolgte Bildung und Zersetzung der Verbindung gleich schnell, so ist leicht einzusehen, daß unter solchen Umständen kein Wasserstoffsuperoxyd erhältlich wäre und es somit das Aussehen hätte, als ob bei der langsamen Oxydation des Arsens kein HO_2 gebildet würde. Ich halte nun dafür, daß dies in dem angeführten Falle geschehe.

Ohne Zweifel giebt es aber noch andere Fälle langsamer Oxydation, wo das Auftreten von HO_2 aus ähnlichen sekundären Ursachen verhindert wird; vermögen wir doch künstlich solche Umstände herbeizuführen, daß z. B. mit Eisenamalgam kein Wasserstoffsuperoxyd mehr erhalten werden kann, welcher Fall erwähnenswerth eintritt, sobald diese Metallmischung mit einer gewissen Menge Eisenoxydes geschwängert ist. Niemand wird aber in Abrede stellen wollen, daß beim Schütteln auch eines so beschaffenen Eisenamalgames mit Sauerstoff und Wasser, eben so gut als bei der gleichen Behandlung des oxydfreien Metallgemisches, Wasserstoffsuperoxyd entstehe, welches jedoch durch das vorhandene Eisenoxyd eben so schnell wieder zerstört als gebildet wird.

Schließlich will ich noch bemerken, daß nach meinen Versuchen alle die Metalle, welche bei gewöhnlicher Temperatur in feuchter Luft sich nicht oxydiren, wie z. B. das Quecksilber, Silber, Gold, Platin u. s. w., ob man sie mit reinem oder schwefelsäurehaltigem Wasser und atmosphärischem Sauerstoff behandle, auch nicht einmal spurenweise die Bildung von Wasserstoffsuperoxyd verursachen.

**X. Ueber die oscillatorische elektrische Entladung
und ihre Gränze;
von Dr. W. Feddersen in Leipzig.**

(Mitgetheilt aus den Sitzungsberichten der kgl. Sächs. Gesellsch. d. Wissenschaft. vom 16. Februar 1861.)

In der Mittheilung, welche ich am 13. August 1859 der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu machen die Ehre hatte¹⁾, konnte ich die Gesetze angeben, nach welcher sich die Dauer der elektrischen Oscillationen ändert; allein ich war nicht im Stande, unter verschiedenen Umständen die Gränze zu bestimmen, bei welcher die oscillatorische Entladung in die continuirliche übergeht. Ich habe mittlerweile verschiedene Wege versucht, um in diesem Punkte genauere Resultate zu erzielen.

Folgendes Verfahren scheint die besten Resultate zu liefern. Man schaltet als Schließungsdraht einen Leiter von geringem Widerstande, aber von großer Länge ein. Nach meiner vorigen Mittheilung ist es nämlich bekannt, daß die Oscillationsdauer mit der absoluten Länge des Leiters zunimmt. Nachdem ich auf dem Boden des Augusteums, der mir von der Universität gütigst zur Verfügung gestellt war, eine Drahtlänge von über 1300^m Kupferdraht von ungefähr $\frac{1}{2}$ Linie Dicke aufgespannt habe, verlangsame ich bei Anwendung dieses Schließungsdrahtes die Oscillationsdauer dergestalt, daß man schon bei nur 20 bis 30 Rotationen des Spiegels in der Sekunde die Oscillationen auf der matten Glasplatte, welche das vom Spiegel reflectirte Funkenbild auffängt, vortrefflich mit dem Auge unterscheiden kann. Hat man keinen weiteren Widerstand in die Leitung eingeschaltet, so sind die Oscillationen sehr zahlreich, vielleicht mehr als 20. Allein bringt man mit verdünnter Schwefelsäure gefüllte Röhren in die Leitung, so wird mit wachsendem Widerstande die Zahl der Oscillationen immer geringer, und schließlich kommt man zu dem Punkte, wo nur eine ein-

1) Vergl. d. Ann. Bd. CVIII, S. 497.

zige Oscillation übrig bleibt, die nun ihrerseits continuirliche Entladung genannt werden kann, und mit wachsendem Widerstande an Ausdehnung stetig zunimmt.

Die directen Beobachtungen des momentanen Funkenbildes können im Wesentlichen nur qualitativer Art seyn; aber dadurch, daß die zu messende Gröfse (d. i. der Gränzwiderstand) eine Qualitätsänderung in der Erscheinung bewirkt, ist durch die Beobachtungen eine quantitative Bestimmung möglich. Wann drei, wann zwei, wann nur eine Oscillation in Funken auftreten, läßt sich sehr deutlich erkennen, sobald das Funkenbild, bei richtiger Accommodation, auf die Stelle des deutlichen Sehens der Netzhaut fällt.

Als erstes Gesetz habe ich gefunden, *daß unter sonst gleichen Bedingungen die von mir angewendete Schlagweite keinen merklichen Einfluß äußert auf die Widerstandsgränze, bei welcher die oscillatorische Entladung in die continuirliche übergeht.* Bei den Versuchen mit einer Ladungshöhe von $1\frac{1}{2}$ mm und von 6 mm Schlagweite bedurfte es desselben Widerstandes, um die letzte Oscillation allein zur Erscheinung zu bringen.

Bei Anwendung einer verschiedenen Flaschenzahl habe ich für die Gränze der oscillatorischen Entladung folgende Widerstände, angegeben in millimeterdicke Fäden verdünnter Schwefelsäure vom spec. Gewicht 1,25, gefunden:

Flaschenzahl	Widerstände		Differenz.
	beobacht. m	berechn. m	
16	0,014	0,014	0
8	0,018	0,020	+ 0,002
4	0,025	0,028	+ 0,003
2	0,041	0,040	— 0,001
1	0,058	0,056	— 0,002.

Man sieht aus den beobachteten Werthen, *daß mit zunehmender elektrischer Oberfläche der Widerstand, welcher die Gränze bildet, abnimmt.* Das Gesetz der Abnahme folgt

ebenfalls aus den vorstehenden Beobachtungen, denn berechnet man die Widerstände nach der Formel

$$w = \frac{a}{\sqrt{s}},$$

wo w der Widerstand, s die elektrische Oberfläche und a eine Constante ist, so erhält man nahe mit den beobachteten übereinstimmende Werthe, so nahe als die Art des Experimentes es überhaupt erwarten läßt.

Man sieht also, daß schon bei einer elektrischen Oberfläche von mäßiger GröÙe der Widerstand sehr bedeutend seyn muß, um die oscillatorische Entladung zu unterdrücken. So beträgt er z. B. 0^m,041 verdünnter Schwefelsäure, entsprechend 28600^m Kupferdraht von 1^{mm} Dicke für 2 Flaschen von zusammen 4,4 Quadrat-Fuß innerer Belegung.

Hätte ich die lange Leitung ausgeschaltet und die beiden Belegungen durch einen kurzen Leiter ¹⁾ geschlossen, so würde der Gränzwiderstand freilich geringer ausgefallen seyn. Frühere Beobachtungen ²⁾ über die kleinste Länge des Funkenschweifes hatten nämlich für das oben erwähnte Beispiel den Widerstand 0^m,009 verdünnte Schwefelsäure oder etwa 6000^m Kupferdraht von 1^{mm} Dicke ergeben. Wenn diese Zahl auch wegen der Schwierigkeit der damaligen Beobachtung auf keine große Genauigkeit Anspruch macht, so darf man doch den sichern Schluß daraus ziehen, daß jene Gränze des Widerstandes für die oscillatorische Entladung mit wachsender Leiterlänge weiter hinausrückt ³⁾.

Da der Widerstand von 6000^m bis 28600^m Kupferdraht ein sehr bedeutender zu nennen ist, darf man wohl behaupten, daß fast alle Experimente älterer und neuerer Zeit, welche an einer Leydener Flasche mit einem vollen metallischen Schließungsbogen angestellt worden sind, es

- 1) Um einer richtigen Anschauung von den Vorgängen bei einer elektrischen Entladung zu folgen, muß man sich vor Allem davor hüten, daß man nicht etwa einen langen und einen kurzen Leiter von demselben Widerstande in der Wirkung gleichsetzt.
- 2) Vergl. Ber. d. königl. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. Bd. 11, S. 171.
- 3) Verschiedenheiten des Rückstandes kommen nicht in Betracht.

mit der oscillatorischen Entladung zu thun gehabt haben. Es erklären sich hierdurch manche bisher wenig berücksichtigte Beobachtungen älterer Forscher, von denen ich auf einige aufmerksam machen möchte und zugleich untersuchen, ob sich da vielleicht eine andere Methode zur Bestimmung des Gränzwiderstandes auffinden lasse.

Zuerst erinnere ich an zahlreiche, aber, wie es scheint, wenig bekannte Versuche von Bohnenberger. Dieser ausgezeichnete Beobachter beschreibt in seinen »Beiträgen zur Elektricitätslehre«, St. III, eigenthümliche Erscheinungen beim Durchschlagen eines Entladungsfunkens durch eine Lage Papier, in deren Mitte sich ein Stanniolblatt befindet. Unter diesen Umständen findet er nämlich, dafs der Funke von jedem Pole bis zum Stanniol in immer zahlreichern und kleinern Löchern die einzelnen Blätter durchbricht, und dafs einige dieser Löcher, oder, wenn sie sich durch mehrere Blätter fortsetzen, ganze Reihen von Löchern ihren Wulst nach der positiven, andere nach der negativen Seite der Flasche gekehrt haben. Da wo ein Loch sich nicht weiter fortsetzt, also die Elektricität zwischen den Blättern für eine kleine Strecke einen Seitenweg eingeschlagen zu haben scheint, ist stets ein Eindruck, wie mit einem stumpfen Pfriem in die nächsten Blätter hervorgebracht. Die grofsen Centrallöcher in unmittelbarer Nähe der Pole zeigen dagegen an einer Stelle ihrer Peripherie eine Umbiegung nach der positiven, an einer anderen nach der negativen Seite. Neben der ausführlichen Beschreibung giebt Bohnenberger zahlreiche Abbildungen der durchgeschlagenen Löcher, so dafs man an der Richtigkeit seiner Beobachtungen wohl nicht zweifeln darf. Wie aus der Theorie der elektrischen Oscillationen für die Beobachtungen eine ungezwungene Erklärung abgeleitet werden könnte, brauche ich wohl nicht weiter auszuführen.

Hierdurch veranlafst, untersuchte ich, ob nicht jener Gränzwiderstand vielleicht dadurch zu bestimmen sey, dafs man ein Blatt Papier bei verschiedenen Widerständen der Leitung von Funken durchbohren läfst. Es war ja möglich,

dafs man bei jenem gesuchten Widerstande, wo die continuirliche Entladung Platz greift, eine Ausbiegung des Lochrandes nach einer bestimmten Seite wahrnehmen würde, allein die Versuche gaben ein negatives Resultat; die continuirliche Entladung zeigte bei einem dünnen Blatt Papier das Loch rein ausgeschlagen, ohne sichere Andeutung einer bestimmten Richtung des Stofses. Bei einem Stück Pappe war dagegen, jedenfalls durch die seitliche Wirkung der Explosion innerhalb der Masse, der Rand auf beiden Seiten nach Aussen aufgeworfen.

Eine andere merkwürdige Erscheinung zeigen die Priestley'schen Ringe und Flecke. Wie bekannt treten sie an den gegenüberliegenden Punkten zweier durch Luft getrennter Leiter auf, zwischen welchen die Elektrizität bei einer Flaschenentladung überspringt. Im Allgemeinen findet man auf jeder Fläche eine oder mehrere Stellen, wo die Oberfläche wie zerschmolzen erscheint, oder als wenn von derselben Theile herausgerissen sind, während sich in der Umgebung eine reiche Oxydschicht abgelagert hat; die letztere bildet unter Umständen ein System von Ringen, in deren Mitte die Grübchen als ein Centralfleck erscheinen. Versuche, welche ich anstellte, indem ich den Entladungsschlag zwischen blank polirten Messingkugeln stattfinden liefs, gaben folgende Resultate.

Beschränkt man die Zahl der Oscillationen auf eine einzige, so zeigt sich, dafs am positiven Pol ein sehr kleines Grübchen, eingefasst von einem feinen aber dunklen Oxydring (Fig. 11 Taf. IV, a) entsteht, während auf der negativen Kugel eine dünne ausgebreitete Wolke von Oxyd (Fig. 11, a') sich bildet, je nach der Menge der angewendeten Elektrizität, bald mehr, bald weniger erkennbar¹⁾. Hat man die zweite Oscillation mit auftretend, so läfst sich auf

1) Die Ausbreitung des elektrischen Stromes von der positiven zur negativen Seite bietet nichts Ueberraschendes. Aus den elektrischen Lichterscheinungen ist derartiges längst bekannt; ich brauche nur an die baumförmige Ausbreitung des einfachen Conductorfunkens zu erinnern.

dem negativen Pol aufser der Wolke meistens auch noch eine Spur von einem feinen Ringe und einem zerschmolzenen Centrum erkennen (Fig. 11 Taf. IV, *b'*), während man auf dem positiven Pol eine schwache kaum sichtbare Wolke von Oxyd zu dem sich bildenden Ringe hinzutreten sieht (Fig. 11, *b*) ähnlich wie sie bei der continuirlichen Entladung dem negativen Pole allein entsprach. Indem man durch Verringerung des Widerstandes eine grössere Anzahl von Oscillationen bei der Entladung auftreten lässt, kann man die Grübchen und Wolken auf jeder Polkugel vermehren ¹⁾). Leider decken sie sich zum grossen Theil oder die eine Oscillation reißt theilweise das von der vorhergehenden gebildete Oxyd herunter, wodurch eine weitere Unterscheidung unmöglich wird; sonst würden die Priestley'schen Ringe ein vortreffliches Mittel abgeben, um die Zahl der Oscillationen zu bestimmen. Wenn man keinen Spiegelapparat zur Verfügung hat, so halte ich die Priestley'schen Flecke immer für das beste Mittel ²⁾), den Uebergangspunkt der oscillatorischen Entladung in die continuirliche annähernd zu finden. Ausgedehntere Versuche mit Polkörpern verschiedener Form und Beschaffenheit würden

- 1) Die Figuren, welche den Akademieberichten fehlen, sind durch Entladung von 16 Flaschen bei 5^{mm} Schlagweite hervorgebracht und in etwa 10maliger Vergrößerung dargestellt. Die Buchstaben *a*, *b*, *c*, *d* beziehen sich auf den positiven, die Buchstaben *a'*, *b'*, *c'*, *d'* auf den negativen Pol. Es entstand

<i>a a'</i> beim Gränzwiderstande	0,014	} Meter eines millimeterdicken Fadens verdünnter Schwefelsäure.
<i>b b'</i> beim Widerstande von etwa	0,006	
<i>c c'</i> " " " "	0,002	
<i>d d'</i> " " " "	0,001	

Von den Figuren hat natürlich nur *a a'* eine allgemeinere Gültigkeit, während die übrigen als Bilder drei specieller Entladungen, nur zur besseren Veranschaulichung des Gesagten dienen können.

- 2) Die kürzlich (in den Monatsberichten d. Berlin. Acad. vom 9. August 1860) von Dr. Paalzow veröffentlichte Methode zur Nachweisung der elektrischen Oscillationen dürfte sich vielleicht auch zur Bestimmung des Gränzwiderstandes eignen.

möglicherweise die Brauchbarkeit dieser Methode noch erhöhen ¹⁾).

Eine eigenthümliche Angabe, die sich aus den Gesetzen der Oscillationen erklären läßt, rührt von Nairue her. Um das Zerspringen der Flaschen, was den ältern Forschern nicht nur häufig während der Ladung, sondern oft gerade im Augenblicke der Entladung und nicht selten an mehreren Stellen zugleich widerfuhr, zu verhüten, schreibt derselbe vor, daß man die Batterie nie durch einen guten Leiter entladen dürfe, wenn derselbe nicht wenigstens 5 Fufs Länge habe. Da, wie ich gefunden ²⁾, die Oscillationen mit wachsender Länge des Schließungsdrahtes an Dauer zunehmen, das Maximum der Stromstärke also abnimmt, so ist es einleuchtend, daß durch gröfsere Länge die *«Schlagweite»* der strömenden Elektricität herabgesetzt wird. Die Fähigkeit, eine Glaswand zu durchschlagen, muß also für dieselbe Ladung ebenfalls eine geringere werden durch Verlängerung des Schließungsbogens. Auch die Priestley'sche Beobachtung, daß nach dem Zerspringen der Batterie nicht immer blofs eine, sondern oftmals mehrere Flaschen zugleich zersprungen sind, scheint nach der Annahme von Oscillationen weniger unnatürlich.

Von älteren Versuchen ³⁾ möchte ich schließlicb nur noch an diejenigen erinnern, welche von Lullin, Henley u. A. angegeben worden sind, um aus den Wirkungen des

1) Die von Riefs (in den Berliner Monatsberichten; Sitzung vom 22. Oct. 1860) angekündigte Untersuchung, obschon sie einen ganz andern Zweck verfolgen und ganz andere Gesichtspunkte zu Grunde legen muß, könnte dennoch hierüber einige Aufschlüsse geben.

2) Berichte der königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften Bd. 11, S. 173.

3) Die von Priestley in seiner *Geschichte der Elektricitätslehre* (S. 479 der Uebersetzung von Krünitz) angeführten Beobachtungen über den Ton des Entladungsschlages dürften wohl mit den Gesetzen der Oscillationen in keinem Zusammenhang zu bringen seyn, obschon es merkwürdig bleibt, daß Priestley die Tonhöhe des Entladungsschlages mit wachsender elektrischer Oberfläche abnehmend, dagegen von der Stärke der Ladung fast unabhängig fand.

Entladungsfunkens die Richtung der elektrischen Materie bei der Entladung zu bestimmen. Sämmtliche Versuche dieser Art geben nur mehr oder weniger unsichere Resultate; unter *ganz beschränkten* Bedingungen sind die Prüfungsmittel brauchbar und selbst dann sind die Angaben oft zweifelhafter Natur. Geht man von der Theorie der elektrischen Oscillationen aus, so erklärt sich diese Unsicherheit höchst einfach, wenn man bedenkt, daß, wie auch die Bohnenberger'schen Beobachtungen und die Priestley'schen Flecke anzudeuten schienen, die einzelnen Oscillationen an der Unterbrechungsstelle in ihrem Wege und in ihrer Wirkung einander nicht genau entsprechen.

Welche wichtige Rolle die Oscillationen und der Gräuzwiderstand bei den Savary'schen Beobachtungen, ferner bei den Riefs'schen Untersuchungen über die Erwärmung bei Entladung in Flüssigkeiten spielen müssen, darauf habe ich schon früher ebenfalls hingedeutet.

XI. *Zur Intensität der Lichterscheinungen; von Freiherrn von Reichenbach.*

Hr. A. Wüllner hat uns in verschiedenen sehr klar gehaltenen Abhandlungen in diesen Annalen ¹⁾ zu der Ansicht hingeleitet, daß jede Molecularbewegung mit Elektricitätsentwicklung verbunden sey. Zur Beantwortung der hierin liegenden oftmals bestrittenen und wiederbehaupteten Frage sammeln sich der Thatsachen immer mehr und mehr und eine Lösung in positivem Sinne gewinnt an Wahrscheinlichkeit. Letztere würde wachsen, wenn ähnliche Reihen von Vorgängen aus anderen Gebieten der Physik jenen zur Seite gestellt werden könnten. Man hat sich jetzt bemüht,

1) Pogg. Ann. Bd. CIX, S. 94 u. Bd. CXI, S. 630.

gewisse magnetische Erscheinungen in der Körperwelt zu generalisiren, die mit Molecularbewegung verbunden sind. Aber auch vom Lichte lassen sich Thatsachen nachweisen, die hieher nicht ohne Bezug seyn möchten.

Bekannt genug sind die mannichfachen Lichterscheinungen bei der Phosphorescenz und Hr. Heinrich Rose hat diese bei der Krystallisation durch seine Beobachtungen an der krystallisirenden arsenigten Säure um eine wichtige Thatsache reicher gemacht ¹⁾. In den jüngsten Tagen hat Phipson ²⁾ darzuthun versucht, daß die leuchtende Materie an todtten Fischen keinen Phosphorgehalt besitze, daß sie auch unter Wasser leuchte, und daß Sauerstoffabsorption keinen Antheil an der Lichtentwicklung im Sinne langsamer Verbrennung haben könne.

Diese Erscheinungen besitzen einen weiten Umfang, viel weiter, als in unsern Lehrbüchern der Physik sich angegeben findet. Manche davon sind in gewöhnlicher Dunkelheit nicht sogleich sichtbar, sondern erfordern eine auf das Sorgfältigste hergestellte, ganz absolute Finsterniß, bevor sie wahrgenommen werden können. So sind namentlich manche Arten Scheinholz nicht selten so schwach leuchtend, daß man sie in gewöhnlicher Finsterniß nicht, sondern nur bei der sorgfältigsten Abhaltung aller Spuren von Licht erkennen kann. Allein bei vielen Lichterscheinungen reicht auch die entschiedenste Lichtabwesenheit noch nicht hin, sie alsbald zu sehen und auch Placidus Heinrich hat hierin die Hülfsmittel noch nicht erschöpft. Das menschliche Auge hält die Eindrücke der Tageshelle und die der Feuerbeleuchtung viel länger als man gewöhnlich annimmt und auch dann noch merkwürdig lange zurück, wenn diese Lichtquellen schon entfernt sind, und dasselbe in der äußersten Finsterniß sich befindet. Es erfordert diess noch die Hinzufügung einiger *Ausdauer des Aufenthaltes in der Finsterniß*. Das Auge ist nicht sogleich, so wie es ins Finstere kommt, in vollem Besitze seiner Sehfähigkeit für

1) Pogg. Ann. Bd. LII, S. 443 u. 585.

2) Compt. rend. T. 51, p. 541.

Lichteindrücke von sehr geringer Intensität; die Pupille ist an die starken Reize des Sonnen- und Feuerlichtes so gewöhnt, und hat sich für sie so sehr eingerichtet, daß es einer längeren Pause bedarf, bis sich jene auf ein Maass erweitert hat, das der absoluten Abwesenheit alles gewöhnlichen Lichtreizes entspricht. Wenn man auf solche Weise zwei, drei, vier Stunden in absoluter Finsterniß verweilt hat, dann erst ist nach und nach die Wirkung der Tageshelle vergangen, die relative Verblendung hat aufgehört, und das Auge beginnt nun, für Lichtreize Empfänglichkeit zu erlangen, die früher wirkungslos an ihm vorübergingen, Sehfähigkeit für Leuchten von der untersten Stufe der Lichtintensität zu gewinnen, welche es ohne solche Vorbereitungen durchaus nicht wahrzunehmen vermochte.

Aber noch mehr. In Beziehung auf subjective Auffassung nämlich giebt es solcher feinen Leuchten viele, welche Jedermann sieht, wenn er lange genug im Dunkeln seine Augen dazu vorbereitet hatte. Allein da sie von ungleicher Stärke sind, und in abnehmender Folge manche endlich von äusserst geringer Lichtstärke werden, so sind schwache Augen, solche nämlich, denen eine geringere Reizfähigkeit als andern von Hause aus zukommt, auch weniger im Stande, sehr schwachen Lichterscheinungen bis zu einer Gränze zu folgen, welche reizbarere Sinne zu erreichen im Stande sind. Darin liegt wenig Auffallendes. Sind doch die Menschen alle am hellen Tage mit sehr verschiedener Sehfähigkeit begabt. Während ein geübter Jäger auf unglaubliche Fernen die Dinge noch genau unterscheidet, ist ein ins Zimmer eingemauerter Schreiber bei der Art seiner immer gleichen Beschäftigung allmählich myop geworden: viele hören in abendlicher Dunkelheit schon auf zu sehen, wenn andere gleich Eulen noch lange hinfort ihre Umgebungen unterscheiden; manchen Leuten sieht die Welt wie ein Kupferstich aus: andere verwechseln die Farben, oder sehen nur Eine Farbe und sind dabei im Uebrigen ganz kerngesund. Bei manchen Menschen wirken zeitweilige Dispositionen mit ein, während sie an dem einen Tage im Finstern recht

gut die feinsten Leuchten sehen, ist an andern Tagen ihr Sehvermögen dafür matter und schwächer, oder sie müssen länger im Finstern verweilen, bis sie mit gewohnter Deutlichkeit darin sehen. Aehnliches kommt aber in allen Sinnen und Geistesthätigkeiten in gleicher Weise vor. Bessel constatirt, daß sogar die geistige Auffassung sämtlicher Eindrücke bei verschiedenen Menschen mit verschiedener Geschwindigkeit von Statten geht. Noch sind, soweit mir bekannt, von Niemandem Versuche darüber angestellt worden, wie verschiedene Augen und ihre Sehkraft sich dann verhalten, wenn man damit *längere Zeit* im Finstern verweilt. In dieser Richtung nun habe ich eine lange Reihe von Untersuchungen angestellt und dabei die mir unerwartete Beobachtung gemacht, daß viele Menschen, vielleicht die Hälfte derselben, bei Verweilen im Finstern mit mehr oder minder Deutlichkeit eine Menge leuchtender Vorgänge gewahren, während viele andere nicht Schärfe der Sehkraft genug besitzen, sie zu erkennen.

Hier sind es nun mancherlei Molecularbewegungen, von denen ich zu beobachten Gelegenheit hatte, daß sie unter gewissen Umständen Leuchten von sich geben, an denen die Wissenschaft bisher noch wenig Theil genommen hat. So namentlich die chemischen Thätigkeiten in der Natur. Eine gewisse Anzahl von leuchtenden Vorgängen finden wir zwar in Gmelin's Chemie sorgfältig gesammelt und geordnet; allein weit über diese hinaus reichen die sichtbaren Lichtentwicklungen aus physischen und chemischen Processen, ich erlaube mir einige hieher gehörige Beispiele vorzuführen. Wenn man einfach ein Stück Eis im Finstern in Zimmerwärme bringt, so sehen viele Leute nach längerer Zeit im Finstern die Wassertropfen davon herabfallen. Sie sind nicht eben so hell, daß man sie wie Funken erblickte; aber der Umstand allein schon, daß man sie überhaupt erblickt in einem verfinsterten Raume, in welchem man wegen gänzlicher Abwesenheit alles Lichtes schlechterdings nichts sehen kann, ist für sich allein schon bündiger Beweis, daß sie leuchten, wenn auch äußerst schwach.

Nichts ertheilt ihnen hier Licht, das sie reflectiren könnten, weil jede Spur von äußerem Lichte mangelt. Und doch kann das Auge seiner Natur nach nichts wahrnehmen, als was ihm Licht zusendet. Indem es nun die Tropfen wahrnimmt und jeden einzelnen zählen kann, empfängt es nothwendig von ihnen Licht. Sie müssen also Eigenlicht haben, was allein ihnen die Eigenschaft zu ertheilen vermag, wahrnehmbar, erkennbar, sichtbar zu werden, gleichviel ob stark oder schwach, wenn nur immer mit Deutlichkeit und Sicherheit.

Einen umgekehrten Versuch leitete ich mit Glaubersalz ein. Es ist bekannt, daß eine heifs gesättigte Wasserlösung davon beim Erkalten nicht krystallisirt, wenn man sie in einem Glase bedeckt hält. Als ich ein solches in die Finsternis brachte, wurde nichts davon wahrgenommen, was es von den andern Gegenständen auf dem Tische umher besonders unterschieden hätte. So wie ich aber die Glasbedeckung hinwegnahm und die Flüssigkeit berührte, ward der ganze Kelch, der sie enthielt, sichtbar und leuchtete ziemlich lebhaft solange fort, als nun die Krystallisations-thätigkeit darin andauerte. Als sie nach einigen Minuten vollendet war, trat das Ganze bald in die allgemeine Dunkelheit zurück. Dort beim Eise war die Molecularbewegung *Schmelzung*, hier ist sie *Erstarrung*; in beiden Fällen wurde Licht entwickelt. Aber auch die *Gasification* zeigt dieselben Erscheinungen. Zu dem Ende brachte ich ein erhitztes gusseisernes Gefäß in die Dunkelheit und spritzte Wassertropfen darein. Man sah sie weifsleuchtend über die Oberfläche hinrollen und helle Dampfswolken von sich geben. Noch stärker war die Lichterscheinung, wenn ich Kampferbrösel darauf streute. Wenn ich eine Schale voll Wasser unter die Luftpumpe brachte, die ich in der Finsternis aufgestellt habe, so wurde die Oberfläche der Flüssigkeit bei jedem Hube des Kolbens hellleuchtend gesehen. Als ich eine Schale mit concentrirter Schwefelsäure daneben gestellt hatte, wurde auch diese, umgekehrt durch die Wirkung der *Dampferdichtung*, leuchtend.

Die moleculare Umsetzung der feinsten Theile in der *chemischen Bewegung* giebt uns die auffallendsten Lichterscheinungen an die Hand. Ich hatte ein Stück gewöhnlichen Kalkspathes in einen Glasstutzen gelegt und mit Wasser übergossen. So oft ich nun im Finstern etwas Salzsäure in das Wasser goß, wurde der Kalkspath leuchtend. Die ganze Flüssigkeit, worin die chemische Zersetzung sprudelte, wurde hell, wie eine leuchtende geschmolzene Flüssigkeit. Man sah darin Blasen wie Perlen aufsteigen und über das Glas einen leuchtenden Dunst sich heben. Ich selbst, der ich die Erscheinungen veranstaltete, habe sie niemals zu sehen vermocht; allein es ist auch unter meinen Freunden bekannt, daß ich ein sehr schwaches Auge besitze. Gleichwohl habe ich ähnliche Lichterscheinungen gesehen, jedoch nur solche, die von merklich stärkerer Intensität waren. Unter den Personen, die diese und ähnliche chemische Lichterscheinungen bei mir sahen, befinden sich viele gebildete Menschen, mehrere Professoren der Physik, der Chemie, der Medicin und verwandter Naturwissenschaften, die mich ermächtigten, ihre Namen zu nennen; es wird aber vielleicht besser seyn, nicht an Autoritäten, sondern an die Wiederholungen des Experimentes in fremden Händen zu appelliren.

Es giebt eine Menge ähnlicher Versuche, welche sich mit der größten Leichtigkeit von jedem Laien wiederholen lassen. Als Beispiel will ich ein gewöhnliches Brausepulver aufzählen. Wenn man den einen der dabei gebräuchlichen Körper in Wasser auflöst und den andern dazu hineinthat, so wird das Salz, das Wasser, die Blasen, die aufsteigenden Dämpfe, ja selbst das Glas leuchtend. Wenn man beide Körper, die Säure und das Salz, jeden für sich vorher in Wasser auflöst, so zeigen beide hiebei schwächere Lichtentwicklung; und gießt man sie dann schnell zusammen, so entwickelt sich eine Fluth wirbelnder Leuchten von ungleich stärkerer Intensität.

Ein ähnlicher Fall ist es, wenn man nur Schwefelsäure in Wasser träufelt. Augenblicklich, so wie beide in Be-

rührung kommen, findet Lichtentwicklung statt, und wenn ich die Flüssigkeiten mit dem Stabe umrührte, wurden sie durch und durch leuchtend. Wenn ich, mit einiger Vorsicht, den Versuch im Finstern umkehrte, und in eine offene Schaafe voll concentrirter Schwefelsäure ein Wassertropfchen spritzte, sah man jedes im Augenblicke, da es auf die Säurefläche fiel, einen hellleuchtenden Punkt erzeugen.

Kein Chemiker wird verwundert seyn, wenn ich an das Licht erinnere, das im Finstern sichtbar wird, wenn man Schwefelsäure auf frischgebranntem Kalk tropft. Diefs haben schon lange vor mir Andere gesehen und bezeugt, und diese Erscheinung ist so stark, dafs ich selbst mit meinen schwachen Augen die Leuchte in der Finsternifs auftreten sah.

Mag man nun eine chemische Thätigkeit einleiten, welche man immerhin will, *immer* wird man in tiefer Dunkelheit mit gehörig vorbereiteten Augen und zureichend reizbarem Sehvermögen in ihrem Gefolge Lichtentwicklung gewahr werden. Nicht blofs künstlich erzeugte, sondern ebenso auch spontane Chemismen aller Art sind mit Leuchten verbunden. Dahin gehören nun zunächst Gährung. Eine Flasche Weinmost, eine Kufe voll geprefsten Weintrebern in Gährung, sind in beständiger Leuchte durch ihre ganze Masse. Dasselbe thun bei der Verwesung nicht blofs leuchtende Fische, wie man diefs häufig wahrgenommen hat, sondern alle verwesenden und faulenden Körper ohne alle Ausnahme. Ich habe in warmen, sehr finstern Sommernächten öfters Leute von gutem Sehvermögen hinausgeführt in den mein Landhaus umgebenden Park. Obwohl die Finsternifs noch nicht so stark war, als ich sie künstlich in eigens dazu eingerichteten Zimmern zu solchen Versuchen hervorbrachte, so sahen sie doch eine Menge mehr oder minder leuchtender Gegenstände unter dichten Baumgruppen und in geschlossenen Waldpartien. Ich liefs sie solche vom Boden auflesen und nahm sie mit nach Hause. Sie waren später bei Lichte betrachtet niemals etwas anderes, als faulende oder modernde Körper, Schwämme, Moose,

Flechten u. dergl. Alle Leichen von todten Thieren leuchten und es leitet sich offenbar das Wort Leiche unmittelbar von dieser Erscheinung ab.

Unsere Lunge ist bekanntlich ein Herd starker chemischer Thätigkeit. Wenn wir dies nicht von tausend andern Beweisen her schon wüßten, so müßten wir es jetzt erfahren von den leuchtenden Erscheinungen, die daraus hervorgehen. Die Luft nämlich, die wir ausathmen, der Hauch den wir ausströmen, tritt als eine feine lichte Wolke aus unserem Munde. Jedes Wort, das wir sprechen, ist von Wölkchen begleitet, die leuchtend ausgestossen werden. Ich zweifle keinen Augenblick, daß Lungenkrankheiten unverzüglich an der Art der Leuchte ihres Athems erkannt werden müßten, wenn Jemand der Prüfung dessen sich widmen möchte. Der gesunde Athem ist weißlich; ein kranker Athem würde allen analogen Erfahrungen zufolge röthlich in verschiedenen Abstufungen je nach der Beschaffenheit der Krankheit sich zeigen.

Der menschliche Körper überhaupt, als ein ununterbrochener thätiger Herd chemischer Geschäftigkeit, ist eine große Quelle feiner Lichtentwicklung. Seine ganze Oberfläche ist in beständiger Wasserdampfausgabe und anderer Excretionen, so wie Imbibition und Verarbeitung von mancherlei Stoffen begriffen. Jede nackte Stelle unseres Leibes steht deswegen auch in beständiger Selbstleuchte. Der ganze nackte Mensch ist ein Selbstleuchten, weißlich wo er gesund ist, röthlich wo er leidet. Ich habe durch Eis künstliche örtliche Erkühlung an mir selbst erzeugt. Solange das Uebel dauerte, leuchtete die Stelle roth; sobald die Lebensthätigkeit es überwunden hatte, wurde der krank gemachte Fleck wieder weißlich. Menschen im Scharlach, in den Masern, im Fieber, im Katarrh, im Schupfen wurden alle rothleuchtend in verschiedenen Abänderungen gefunden; ja sie wurden rothleuchtend befunden noch bevor sie sich krank fühlten. Sie waren angesteckt, das Uebel hatte sie schon ergriffen, ehe sie sich dessen noch bewußt waren, man sah sie in röthlicher Leuchte und in den nächsten

Tagen legten sie sich krank nieder. Die Secretionen, die chemische Thätigkeit ihrer äusseren Organe war schon in ordnungswidrigem Gange und die eingetretenen Anomalien kennbar an der veränderten Farbe ihrer Lichtemanation.

Ganz ähnlich *wirkt der Schall*. Eine Metallglocke oder eine Glasschaale, durch Anschlag ins Tönen versetzt, wurde im Finstern leuchtend und dies dauerte so lange fort, als der Laut hörbar war.

Auch *die Wärme* erzeugt überall schwaches Licht, wo sie einigermassen gesteigert wird. Das einfachste Beispiel war der Stubenofen. Sobald er von aussen her geheizt wurde, trat er im Finstern mit seiner ganzen Eisenoberfläche in eine feine Leuchte. Ein paar übereinander geriebene Holzstäbe, beide mit einer Rassel überfahren, Eisen mit einer Feile geschärft, leuchteten entlang beider Berührungsflächen.

Am schönsten aber treten diese zarten Lichterscheinungen bei den Molecularbewegungen hervor, welche die Elektrolyse begleiten. Der ganze Apparat einer Volta'schen Säule, wenn sie geschlossen wird, tritt in Leuchte. Dazu bedarf es keiner grossen elektrischen Intensität, jede Säule, jedes Element für sich allein, entwickelt feinen Lichtschein, am deutlichsten immer sichtbar an den Stellen, wo die chemische Zerlegung stattfindet. Wenn schon jedes Stückchen Bernstein, jedes Stängelchen Lack, das man ein paar Mal über den Rockärmel führt, im Finstern auf seiner ganzen Oberfläche leuchtet, so kann man sich denken, wie hell die Harzfläche eines geschlagenen Elektrophors wird. Die Glasscheibe in der Reibmaschine wird in der Gänze leuchtend, wenn sie durch die amalgamirten Kissen gleitet. Die Drahtleitungen werden alle sichtbar, und ist es der Rheophor einer hydroelektrischen geschlossenen Kette, so gewahren gute Augen ihn nicht blofs in einen leuchtenden Dunst gefüllt, sondern sie erkennen diesen Dunst in Bewegung in Form einer gedehnten Schraube, die den Draht umfließt. Alle Beobachter stimmen in dieser merkwürdigen Thatsache überein, die ein sichtbares Bild von elektrischen Erschei-

nungen gewährt, welche die Physik als eins ihrer mühsamsten Ergebnisse erschlossen hat.

Diese Beobachtungen sind alle sehr leicht zu controliren und zu vervielfältigen. Es bedarf dazu nur des Einen, der Herstellung eines *absolut* finstern Zimmers, was am Ende doch nur eine ziemlich geringfügige Mühe in Anspruch nimmt. Jeder Professor der Naturwissenschaften hat eine Anzahl Zuhörer, die ihm folgen, und wenn er nur auf Gerathewohl ein Dutzend davon einige Stunden zu sich in die Finsterniß nimmt, so wird er immer etliche darunter finden, welche Lichterscheinungen von so geringer Intensität wahrnehmen, und das Mitgetheilte bewähren.

Noch giebt es zahlreiche Fälle von Auftreten äußerst schwachen Lichts, die ich hier, um den kostbaren Raum zu schonen, übergehe. Es wird genügen um die Angabe zu begründen, daß allen Molecularbewegungen überall auch Lichterscheinungen zur Seite gehen, ganz ebenso wie nach Hrn. Wüllner elektrische Entwicklungen sie begleiten.

Schloß Reisenberg nächst Wien, im Februar 1861.

XII. *Ueber die Unterniobsäure;* *von Heinr. Rose.*

Die Unterniobsäure hat ungeachtet ihres geringeren Sauerstoffgehalts sehr viele Aehnlichkeit mit der Niobsäure, so daß es sehr schwer ist, sie von derselben schnell und sicher zu unterscheiden. Im ganzen Gebiete der Chemie ist kein zweites Beispiel bekannt, daß zwei Säuren desselben Radicals, mit so ähnlichen Eigenschaften ihrer atomistischen Zusammensetzung nach, zu zwei ganz verschiedenen Klassen von Säuren gehören. Es ist ferner ganz ungewöhnlich, daß beide Säuren bei der Behandlung mit den meisten Reagen-

ten ihre Zusammensetzung vollkommen behalten, und dafs dadurch nicht die eine in die andere verwandelt werden kann. Die Unterniobsäure kann durch keine Art der Oxydation zu Niobsäure oxydirt werden; und nur durch wenige reducirende Mittel kann man die Niobsäure aber nur sehr unvollständig in Unterniobsäure verwandeln.

Die Unterniobsäure wurde von mir nach folgenden zwei Methoden dargestellt:

1. Durch Zersetzung des Unterniobchlorids mittelst Wassers. Diefs war früher die alleinige Methode, durch welche ich diese Säure erhielt, indem ich sonst der Meinung war, dafs in den Columbiten die Säuren zweier Metalle enthalten seyen, (die ich nur von einander trennen konnte, indem ich sie in Chloride verwandelte), wozu mich auch die Untersuchungen mit dem Löthrohr bestimmten. Ich habe schon mehrmals bemerkt, dafs wenn man durch Mengung der Säuren des Niobs mit Kohle vermittelst Chlorgas beide Chloride des Niobs erzeugt, das Niobchlorid reiner von Unterniobchlorid erhalten werden kann, als umgekehrt. Man kann indessen ein reines Unterniobchlorid erhalten, wenn man bei der Bereitung desselben die Bedingungen erfüllt, die ich früher angegeben habe ¹⁾.

2. Die Unterniobsäure ist in den Columbiten von Bodenmais in Baiern, von Nordamerika und von Grönland enthalten, und man erhält sie als solche, wenn man dieselben mit saurem schwefelsaurem Kali schmelzt, und die Säure daraus absondert, wie ich es später bei der Zerlegung der Columbite ausführlich angeben werde. Ist dann die Unterniobsäure von den Spuren von Wolframsäure und von Zinnoxid vollkommen gereinigt, so ist sie rein, und nicht in Niobsäure verwandelt worden. Nur in den Columbiten ist die Unterniobsäure als die einzige Säure mit Basen (Manganoxydul und Eisenoxydul) verbunden. In dem Samarskit und in dem Tyrit ist noch Uranoxyd, im Euxenit Titansäure und im Fergusonit Zirkonsäure als elektronegativer Bestandtheil neben der Unterniobsäure enthalten.

1) Pogg. Ann. Bd. 90, S. 469,

Während es nicht glückt, die Unterniobsäure unmittelbar in Niobsäure zu verwandeln, kann letztere durch reducirende Mittel zwar in Unterniobsäure verwandelt werden, aber nur sehr unvollständig. Das wirksamste Mittel in dieser Hinsicht ist das *saure schwefelsaure Ammoniak*. Schmelzt man mit diesem Salze die Niobsäure lange und anhaltend, so nimmt sie an Gewicht ab, und verwandelt sich, aber nur zum Theil, in Unterniobsäure. 1,425 Grm. Niobsäure mit 10 Grm. schwefelsaurem Ammoniak gemengt und nach Hinzufügung einer hinreichenden Menge von concentrirter Schwefelsäure damit lange geschmolzen, darauf nach dem Erkalten mit Wasser behandelt, vollständig ausgewaschen und zuletzt in einer Atmosphäre von kohlen-saurem Ammoniak geglüht, wogen 1,410 Grm. Diese nochmals mit der sechsfachen Menge von saurem schwefelsaurem Ammoniak bis zu einem klaren Syrup geschmolzen, der nach dem Erkalten, und nach Umschütteln zu einer milchweisen Masse erstarrte, hinterließen nach der Behandlung mit Wasser 1,388 Grm. Der ganze Gewichtsverlust der Niobsäure betrug also 0,037 Grm. oder 2,60 Proc. Wäre die Niobsäure vollständig in Unterniobsäure verwandelt worden, so hätte sie 6,17 Proc. an Gewicht verlieren müssen. Man sieht also, daß die Reduction nur schwierig und sehr unvollkommen von statten geht.

Diese Reduction ist nur die Folge der reducirenden Kraft des Ammoniaks. Die Versuche wurden oft wiederholt, und nur bei dem Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Ammoniak konnte ein Gewichtsverlust bemerkt werden. Nie war dieß der Fall, wenn die Niobsäure mit saurem schwefelsaurem Kali zusammengeschmolzen wurde. Ich will hier nur ein Beispiel davon anführen. 2,716 Grm. Niobsäure mit der sechsfachen Menge des sauren schwefelsauren Kalis lange und anhaltend geschmolzen, wogen nach der Behandlung der geschmolzenen Masse mit kochendem Wasser, und nachherigem Glühen in einer Atmosphäre von kohlen-saurem Ammoniak genau wieder 2,716 Grm. Die Behandlung mit saurem schwefelsaurem Kali wurde noch ein-

mal wiederholt, und genau wiederum dieselbe Gewichtsmenge von Niobsäure erhalten. Nun aber wurde diese Quantität mit saurem schwefelsaurem Ammoniak zusammengeschmolzen und 2,640 Grm. erhalten. Es hatte also ein Verlust von 0,076 Grm. oder von 2,80 Proc. stattgefunden.

Andere ammoniakalische Salze scheinen eine noch schwächere reducirende Einwirkung auf die Niobsäure auszuüben. Durch kohlen-saures Ammoniak findet bei der Niobsäure keine Gewichtsverminderung statt, und man kann deshalb ohne Nachtheil die Niobsäure, wenn man sie vorher mit saurem schwefelsaurem Kali geschmolzen und darauf mit Wasser behandelt hat, mit etwas kohlen-saurem Ammoniak glühen, um sie leichter von den Spuren von Schwefelsäure zu befreien.

Mengt man Niobsäure mit oxalsäurem Ammoniak und setzt das Gemenge einer vorsichtig nach und nach bis zu einer starken Rothglühhitze gesteigerten Temperatur aus, so findet eine sehr geringe Reduction statt. 1,041 Grm. Niobsäure zweimal mit dem ammoniakalischen Salze gemengt und geglüht, verloren dadurch nur 0,014 Grm. oder 1,34 Proc.

Es wurden, um die Einwirkung des Schwefelammoniums auf Niobsäurehydrat zu untersuchen, 2,101 Grm. Niobsäure mit der fünffachen Menge von saurem schwefelsaurem Kali zusammengeschmolzen, die geschmolzene Masse mit Wasser behandelt, und die ausgewaschene Niobsäure zwei Tage hindurch mit Schwefelammonium digerirt, darauf filtrirt, ausgewaschen, mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure behandelt, wiederum ausgewaschen und geglüht. Es wurden 2,072 Grm. Niobsäure erhalten. Aber die Lösung gab nach Abdampfen und Verflüchtigung der ammoniakalischen Salze noch 0,030 Grm., also im Ganzen 2,102 Grm. Niobsäure. Es hatte also keine Reduction der Säure stattgefunden, aber bemerkenswerth ist die, wenn auch nur geringe Löslichkeit der Säure im Schwefelammonium.

Dagegen erleidet durch oft wiederholtes Glühen mit Chlorammonium die Niobsäure eine theilweise Reduction. 0,925 Grm. der Säure verloren durch fünfmaliges Glühen

mit Salmiak 0,030 Grm. oder 3,24 Proc. an Gewicht. Da indessen, wie ich weiter unten zeigen werde, auch die Unterniobsäure einen freilich weit geringeren Gewichtsverlust durchs Glühen mit Salmiak (wohl durch Bildung von Chlorid) zeigt, so kann vielleicht auch bei der Niobsäure dadurch ein Gewichtsverlust entstehen.

Wird die Niobsäure mit *Cyankalium* gemengt und geschmolzen, so findet beim Schmelzen eine lebhaft Gasentwicklung statt, dann aber fließt die Masse ruhig. Die erkaltete Masse war an einzelnen Stellen gelb, an anderen grau. Sie wurde mit heissem Wasser ausgewaschen; der unlösliche Rückstand hatte eine graue Farbe. Wurde derselbe mit saurem schwefelsaurem Kali zusammengeschmolzt, so konnte man deutlich in der geschmolzenen Masse fein vertheiltes Platin wahrnehmen. Sie wurde mit Wasser behandelt, und der ausgewaschene unlösliche Rückstand mit Königswasser digerirt, um das Platin daraus zu entfernen. Der Versuch gab eine große Gewichtsverminderung, aber er war mit so vielen Schwierigkeiten verknüpft und hatte der wahrscheinlichen Fehlerquellen so viele, daß ich sehr wenig Gewicht auf ihn lege.

Wird die Niobsäure mit Quecksilbercyanid gemengt, und damit geglüht, so findet kein Gewichtsverlust statt, wenn man auch mehrmals mit derselben Säure den Versuch wiederholt.

Durch die stärkste Weißglühhitze erleidet die Niobsäure keinen Gewichtsverlust; nur manchmal einen sehr unbedeutenden, wenn eine theilweise Reduction zu einer niedrigen Oxydationsstufe stattgefunden, und sich eine braune Säure erzeugt hat. Ich habe übrigens gewöhnlich die Säure, welche ich dem Feuer des Porcellanofens aussetzte, vorher und nachher gewogen, um mich davon zu überzeugen, daß sie auch während der langen Dauer des Versuchs ihr Gewicht unverändert behält. Aber auch mehrere Versuche, bei welchen ich die Säure der Weißglühhitze aussetzte, welche durch ein kleines Gebläse hervorgebracht

wurde, eine viertel Stunde und eine halbe Stunde hindurch, geben ebenfalls keinen Gewichtsverlust.

Andererseits habe ich auch die Unterniobsäure ähnlichen Untersuchungen unterworfen, um sicher feststellen zu können, daß sie hinsichtlich mancher, namentlich hinsichtlich einiger reducirender Reagentien, wesentlich anders sich verhält als die Niobsäure.

Es wurden 2,974 Grm. Unterniobsäure (aus dem Unterniobchlorid erhalten) mit der sechsfachen Menge von saurem schwefelsaurem Ammoniak behandelt. Durch längeres Schmelzen wurde ein vollkommen klarer Syrup erhalten, der auch während des Erkaltes klar blieb, aber dann sogleich zu einer undurchsichtigen milchweißen Masse erstarrte, als er mit einem Spatel umgerührt wurde. Durch Wasser und durchs Erhitzen wurde die Säure abgeschieden. Sie wog 2,976 Grm.

Die Säure, welche aus dem Columbit durchs Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Kali erhalten worden war, wurde einem ähnlichen Versuche unterworfen. 1,637 Grm. davon mit saurem schwefelsaurem Ammoniak geschmolzen, gaben nach der Behandlung mit Wasser 1,635 Grm. der Säure.

Wird indessen die Unterniobsäure zu wiederholten Malen mit Salmiak gemengt, geglüht, so erleidet sie einen geringen Gewichtsverlust durch Bildung von etwas Unterniobchlorid, 2,840 Grm. der Unterniobsäure (aus dem Chlorid erhalten) zu wiederholten Malen mit Salmiak gemengt der Rothglühhitze unterworfen, gaben nach jedem erneuten Glühen einen Gewichtsverlust von wenigen Milligrammen. Nach sechs Glühungen zeigte sich endlich ein Gewichtsverlust von 0,038 Grm. oder von 1,34 Proc. Der Versuch wurde nicht weiter fortgesetzt, aber gewiß würde durch erneutes Mengen mit Salmiak und durch Glühen des Gemenges noch ferner ein geringer Gewichtsverlust erhalten worden seyn; gewiß aber ein immer kleinerer, weil die Säure durch das oft wiederholte Glühen mit Salmiak eine immer größere Dichtigkeit erlangt, welche sie unempfindlicher gegen die Einwirkung des Salmiaks macht.

Auch durch starke Weifsglühhitze erleidet die Unterniobsäure keine Gewichtsveränderung, wenn nicht während des Glühens reducirende Gasarten mit derselben in Berührung kommen. Die Säure, welche dem Feuer des Porcellanofens ausgesetzt wurde, wurde oft vor und nach dem Versuch gewogen, und keine Gewichtsveränderung bemerkt. Auch wenn die Unterniobsäure der Weifsglühhitze, welche durch ein Gebläse hervorgebracht wurde, ausgesetzt wird, so bleibt sie an Gewicht unverändert, und nur bisweilen nimmt sie um wenige Milligramme an Gewicht ab, wenn reducirende Stoffe einwirken können.

Sowohl die Unterniobsäure, als auch die Niobsäure werden grauschwarz, wenn sie bei Rothglühhitze der Einwirkung des Wasserstoffgases ausgesetzt werden; aber erstere stärker als letztere. Aber beide erleiden dabei selbst durch die höchsten Temperaturen nur einen sehr unbedeutenden Gewichtsverlust. Ich habe die Niobsäure oft der Einwirkung des Wasserstoffgases ausgesetzt, und die Versuche mannichfaltig verändert, aber immer ohne besonderen Erfolg.

2,672 Grm. der Niobsäure wurden in einer Kugelröhre bei nicht sehr bedeutender Rothglühhitze in einem Strome von Wasserstoffgas geglüht. Bei der ersten Einwirkung zeigte sich eine sehr geringe Menge von Wasser, die vielleicht in der Säure schon enthalten war, und während des Eintragens in die Glasröhre aufgenommen seyn konnte. Während eines halbstündigen Glühens bildete sich kein sichtliches Wasser mehr; die Säure hatte sich aber dunkelgrau gefärbt, und 0,008 Grm. oder 0,31 Proc. am Gewicht verloren. Eine kleine gewogene Chlorcalciumröhre hatte um 0,030 Grm. zugenommen, was einem größeren Sauerstoffgehalte entspricht; indessen hatte das Chlorcalcium auch das Wasser aufgenommen, was beim Eintragen in die Glasröhre absorbiert worden war. Das Glühen im Wasserstoffgasstrome wurde wiederholt; es zeigte sich anfangs wiederum eine Spur von Wasser, später aber nicht, und das Gewicht der Säure war unverändert geblieben.

Der Versuch wurde auf die Weise wiederholt, daß

1,287 Grm. Niobsäure in einem Platintiegel mittelst des Gebläses bis zur Weissglühhitze erhitzt wurden, während in den Tiegel ein Strom von Wasserstoffgas geleitet wurde. Nach dem Glühen während einer Viertelstunde hatte die Substanz um 0,014 Grm. oder um 1,05 Procent abgenommen. Dieselbe war bläulich schwarz geworden. Der Tiegel wurde darauf noch drei Mal, jedes Mal eine Viertelstunde hindurch, der Weissglühhitze und der Einwirkung des Wasserstoffgases ausgesetzt, ohne dass er dabei einen neuen Gewichtsverlust erlitt. Nun endlich wurde die Substanz im Tiegel, mit oxalsaurem Ammoniak gemengt, der Weissglühhitze und dem Wasserstoffgase während einer Viertelstunde ausgesetzt, aber auch dadurch veränderte sich ihr Gewicht nicht. Es entwickelte sich bei dieser Operation ein starker Geruch nach Cyan.

Als die Substanz aus dem Tiegel geschüttet wurde, fand man, dass derselbe sehr rauh, und sehr stark angegriffen war. Er hatte um 0,270 Grm. an Gewicht abgenommen, und dieses Platin hatte sich mit der Niobsäure gemengt.

Es scheint, dass bei der Einwirkung des Wasserstoffgases in der Rothglühhitze und in der Weissglühhitze sich bei der Niobsäure die äusserste Oberfläche in Niob verwandelt, dass aber dasselbe die übrige Säure so vollkommen gegen die fernere Einwirkung des Wasserstoffgases schützt, dass dann keine fernere Reduction mehr stattfindet.

Ganz ähnlich wie die Niobsäure verhält sich die Unterniobsäure gegen Wasserstoffgas bei erhöhter Temperatur; nur wird dieselbe mehr noch geschwärzt, als die Niobsäure. 1,581 Grm. der Unterniobsäure wurden in einem Porcellanschiff, in einem Porcellanrohre, der Weissglühhitze eines gut ziehenden Windofens ausgesetzt. Sie hatte sich dadurch grau gefärbt und 0,024 Grm. oder 1,52 Proc. an Gewicht verloren. Eine angebrachte gewogene Chlorcalciumröhre hatte mehr an Gewicht zugenommen, als diesem Gewichtsverluste entsprach.

In einem andern Versuche wurden 0,728 Grm. Unterniobsäure in einem Platintiegel der Weisglühhitze vermittelst eines Gebläses ausgesetzt, während Wasserstoffgas hineingeführt wurde. Der Gewichtsverlust war 0,006 Grm. oder 0,82 Proc. Als die Operation zweimal auf dieselbe Weise wiederholt wurde, fand keine fernere Gewichtsveränderung statt. Aber der Tiegel war dadurch angegriffen worden, hatte auf der innern Seite eine rauhe Oberfläche bekommen, und war um 0,075 Grm. leichter geworden.

Wird indessen die Unterniobsäure nur einer Rothglühhitze ausgesetzt, so wird sie zwar auch grauschwarz, ohne dafs indessen eine wahrnehmbare Gewichtsverminderung dabei bemerkt werden kann. Zum Theil aber rührt die Schwärzung der Säure von den geringen Mengen von fremden Beimengungen des Wasserstoffgases her, wenn man dasselbe vermittelst käuflichen Zinks aus verdünnter Schwefelsäure entwickelt. Denn als ich das Wasserstoffgas sorgfältig reinigte, und es zuerst durch eine Lösung von Quecksilberchlorid leitete, dann durch eine concentrirte Lösung von Kalihydrat, ferner durch concentrirte Schwefelsäure und durch eine lange Röhre von Chlorcalcium, sodann endlich über die Unterniobsäure, welche der Rothglühhitze eines Kohlenfeuers ausgesetzt war, so war die Veränderung in der Farbe eine bei weitem geringere.

Durch die, wenn auch nur im höchsten Grade unvollständige, Reduction der Niobsäure und der Unterniobsäure durch Wasserstoffgas und andere reducirende Gasarten unterscheiden sich beide Säuren wesentlich von der Tantalensäure. Man kann diels benutzen, um mit leichter Mühe die Säuren schnell von einander zu unterscheiden. Bringt man eine kleine Menge der Säure in einen kleinen Platintiegel über der Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge zum Glühen, aber so, dafs die Alkoholflamme den Tiegel von allen Seiten umgiebt, und über demselben noch hervorragt, und dafs die nicht ganz verbrannten Gase der Flamme den Tiegel ganz umgeben, die atmosphärische Luft aber nicht in denselben dringen kann, so wird die Säure auf

der Oberfläche grau, aber sogleich gelblich (und beim Erkalten weifs), wenn man ein kaltes Platinblech an den Rand des Tiegels legt, wodurch atmosphärische Luft hinzutreten und Oxydation bewirken kann. Die Unterniobsäure, welche mit saurem schwefelsaurem Kali geschmolzen worden, thut diefs etwas weniger, als die aus dem Chlorid dargestellte, mit saurem schwefelsaurem Ammoniak geschmolzene. Tantalsäure hingegen, sie mag aus dem Chlorid bereitet oder vorher mit saurem schwefelsaurem Kali geschmolzen worden seyn, zeigt diese Erscheinung nicht, oder in einem so auferordentlich geringen Maasse, dafs man sie nur bei der gröfsten Aufmerksamkeit beobachten kann. — Zu diesen Versuchen mufs ein sehr kleiner Platiniegel mit gerade aufsteigenden Wänden angewandt werden, und man kann den Erfolg nicht wahrnehmen, wenn er etwas breit ist, so dafs die Alkoholflamme ihn nicht von allen Seiten umgeben kann. Man kann die Erscheinung auch nicht gut beobachten, wenn man den Versuch über den gewöhnlichen Gaslampen macht, in denen das Gas mit atmosphärischer Luft gemengt ist.

Ich habe noch mehrere reducirende Substanzen angewandt, um die Niobsäure in Unterniobsäure zu verwandeln, aber ohne Erfolg. In einer Kugelhöhre wurde Niobsäure in einem Strome von Schweflichtsäuregas bis zur Rothglühhitze erhitzt, und die entweichenden Gase in eine mit Chlorwasserstoffsäure versetzte verdünnte Auflösung von Chlorbaryum geleitet. Dieselbe blieb anfangs vollständig klar. Nachdem aber die Niobsäure bis zur Rothglühhitze erhitzt worden, zeigten sich nach einiger Zeit in der Röhre zwischen der Niobsäure und der Chlorbaryumlösung ölige Tropfen, und als diese durch die Erhitzung weiter getrieben worden, trübte sich die Chlorbaryumlösung sehr stark. Diese Tropfen rauchten stark an der Luft, und bestanden aus rauchender Schwefelsäure. Die Niobsäure war aber in ihrem äufseren Ansehen während des Glühens und nach dem Erkalten unverändert geblieben. Nach dem Erkalten wurde das Schweflichtsäuregas

durch trockne atmosphärische Luft aus dem Apparate getrieben; das Gewicht der Niobsäure war ganz unverändert geblieben.

Bei Wiederholung des Versuchs traten ganz dieselben Erscheinungen ein. Ich bemerkte aber, wie beim ersten Versuch, daß die Tropfen sich nur anfangs bildeten, und beim fortgesetzten Glühen und Dartüberleiten des Gases sich nicht mehr zeigten. Die Bildung der Schwefelsäure beruhte wohl unstreitig darauf, daß im Apparate anfangs noch etwas atmosphärische Luft enthalten war, deren Sauerstoff bei erhöhter Temperatur durch Vermittlung der pulverförmigen feuerbeständigen Niobsäure sich mit schweflichter Säure zu Schwefelsäure verband. Nie zeigte sich bei der Niobsäure, wenn sie nachher mit etwas kohlen-saurem Ammoniak geglüht worden, eine Gewichtsveränderung.

Eben so wie die Versuche, die Niobsäure durch reducirende Mittel in Unterniobsäure zu verwandeln, theils gänzlich fehlschlagen, oder nur sehr unvollkommen gelangen, waren die, die Unterniobsäure durch oxydirende Mittel in Niobsäure zu verwandeln, ohne Erfolg. Die Unterniobsäure wurde zu wiederholten Malen mit chloresaurem Kali geschmolzen, die geschmolzene Masse mit Wasser ausgewaschen, und der unlösliche Rückstand, der aus unveränderter Säure mit etwas Kali bestand, mit saurem schwefelsaurem Kali geschmolzen. Es wurde die angewandte Menge der Unterniobsäure wieder erhalten, und gewöhnlich etwas weniger, weil durch die heftige Sauerstoffentwicklung des Gemenges wohl etwas davon fortgerissen worden.

Es wurden 2,830 Grm. Unterniobsäure mit 10 Grm. chloresaurem Kali und eben so vielem kohlen-saurem Natron gemengt, und das Gemenge im Platintiegel geschmolzen. Anfangs geschah das Schmelzen bei gelinder, dann bei starker Rothglühhitze, endlich wurde die Hitze durch ein Gebläfs verstärkt. Die Masse wurde dabei sehr flüssig, aber bildete keine klare Auflösung, sondern man sah deutlich das unterniobsaure Natron in den alkalischen Chlormetallen

schwimmen. Nach dem Schmelzen wurde noch einige Male chlorsaures Kali hinzugefügt, aber nur so lange erhitzt, daß noch ein großer Theil vom chlorsauren Kali unzersetzt blieb. Die Masse wurde mit vielem Wasser aufgeweicht, mit verdünnter Schwefelsäure versetzt, bis zum Kochen erhitzt, das Unlösliche filtrirt und vollständig mit kochendem Wasser ausgewaschen; es wog 3,113 Grm. Mit saurem schwefelsaurem Kali geschmolzen, wurden aus der geschmolzenen Masse 2,827 Grm. Unterniobsäure erhalten, also sehr nahe die angewandte Menge.

Auch auf unserem Wege mißlang die Oxydation der Unterniobsäure zu Niobsäure vollkommen. 8,033 Grm. der Unterniobsäure wurden mit kohlensaurem Kali-Natron geschmolzen, die geschmolzene Masse mit Wasser aufgeweicht, chlorsaures Kali hinzugefügt, das Ganze in einem Kolben mit Chlorwasserstoffsäure übersättigt und länger als 24 Stunden auf einem Sandbade digerirt. Das Ganze wurde in einer Porcellanschale beinahe bis zur Trockniß abgedampft, unter stetem Zusatz von Chlorwasserstoffsäure, bis sich kein Chlor mehr entwickelte, der Rückstand mit heißem Wasser behandelt. Das Ungelöste wog 9,714 Grm. Mit saurem schwefelsaurem Kali geschmolzen, wurden 7,964 Grm. Unterniobsäure erhalten, also 0,87 Proc. weniger als angewandt worden war.

Durchs Schmelzen der Unterniobsäure mit salpetersaurem Kali konnte dieselbe ebenfalls nicht in Niobsäure verwandelt werden; auch nicht wenn über unterniobsaures Natron ein Strom von Sauerstoffgas bei Rothglühhitze geleitet wurde.

Der einzige Weg daher, die Unterniobsäure in Niobsäure und letztere wiederum in Unterniobsäure zu verwandeln, bleibt also der, die Säuren mit Kohle zu mengen und das Gemenge mit Chlorgas zu behandeln. Dann hat man es in seiner Gewalt, wie ich dies früher ausführlich erörtert habe ¹⁾, Niobchlorid oder Unterniobchlorid darzustellen, und durch Zersetzung mittelst Wassers die den beiden Chloriden entsprechenden Säuren zu erhalten.

1) Pogg. Ann. Bd. 90, S. 456.

Durch reducirende Mittel wird im Ganzen die Unterniobsäure schneller, wenn auch gewöhnlich nur theilweise, reducirt als Niobsäure.

Erhitzt man unterniobsaures Natron mit *Cyankalium*, so erhält man eine schwarze ungeschmolzene Masse, die nach der Behandlung mit Wasser und nach dem Auswaschen einen schwarzen Rückstand ungelöst läßt. Es unterscheidet sich hierdurch das unterniobsaure Alkali wesentlich von dem niobsauren (S. 472). Aber der ausgewaschene Rückstand giebt mit Kalihydrat zusammengeschmolzen kein Ammoniak. Es hatte sich also nicht Stickstoff- oder Cyannioib gebildet.

Wird die Lösung eines unterniobsauren Alkalis mit Chlorwasserstoffsäure oder mit verdünnter Schwefelsäure oder mit beiden versetzt, und legt man dann *metallisches Zink* hinein, so zeigen sich ähnliche Erscheinungen, wie bei Anwendung von niobsaurem Alkali ¹⁾. Aber immer erfolgt unter sonst gleichen Umständen die blaue Farbe bei der Unterniobsäure weit früher, als bei der Niobsäure. Es wurden gleiche Mengen von reinstem krystallisirten niobsaurem und von unterniobsaurem Natron (0,200 Grm.) mit gleichen Theilen Wasser übergossen, erwärmt, und aufgelöst (letzteres Salz ist weit auflöslicher als ersteres). Zu beiden ganz erkalteten Lösungen wurden dieselben Mengen von Chlorwasserstoffsäure hinzugefügt, wodurch in beiden eine ganz ähnliche Trübung entstand, und in beide Zinkstangen von gleicher Länge und gleichem Gewichte gelegt. Nach einer viertel Stunde fing in der Lösung des unterniobsauren Natrons die Wasserstoffgasentwicklung an, und es schied sich ein bräunliches Pulver ab, aber erst nach dreiviertel Stunden traten dieselben Erscheinungen bei der Lösung des niobsauren Natrons ein.

Im Allgemeinen erhält man leichter und reiner eine blaue Farbe vermittelst Zinks durch die Unterniobsäure als durch die Niobsäure. Ist erstere blau geworden, und hat sich durch längere Einwirkung des Zinks in einer mit Chlor-

1) Pogg. Ann. Bd. 107, S. 416.

wasserstoffsäure versetzten Lösung des unterniobsauren Natrons ein brauner Niederschlag und eine braune Flüssigkeit gebildet, so kann man die braune Lösung abfiltriren; sie wird aber leicht farblos. Durch Ammoniak erhält man einen braunen Niederschlag.

Auch bei der Unterniobsäure erhält man die reinste blaue Farbe und dieselbe am schönsten, wenn man die möglichst concentrirte Lösung des Natronsalzes mit Chlorwasserstoffsäure, dann mit verdünnter Schwefelsäure versetzt, und das Zink hinzufügt. Durch verdünnte Schwefelsäure allein wird die blaue Farbe später hervorgerufen, als wie durch Chlorwasserstoffsäure, aber sie ist reiner blau.

Wenn man unterniobsaures Natron durch Schmelzen in saurem schwefelsaurem Ammoniak auflöst, in den erhaltenen Syrup metallisches Zink legt, und erhitzt, so findet zwar eine Wasserstoffentwicklung statt, aber die blaue Farbe zeigt sich nicht. Erhitzt man zu lange, so entweicht endlich Schwefel mit Wasserdämpfen. Wurde dann zu dem Syrup noch Schwefelsäure hinzugefügt, so konnte auch dadurch die blaue Farbe nicht hervorgerufen werden, aber sehr bald erschien sie durchs Zusetzen von Chlorwasserstoffsäure.

Ich habe in der syrupartigen Lösung des unterniobsauren Natrons in saurem schwefelsaurem Ammoniak auch durch einen Zusatz von Wasser nach Hinzufügung von metallischem Zink keine blaue Farbe erhalten können, wohl aber sogleich durch einen Zusatz von Chlorwasserstoffsäure.

Aehnlich wie das Zink verhält sich das metallische Zinn gegen Unterniobsäure. Wird das Hydrat dieser Säure, sowohl das, welches unmittelbar aus den Columbiten durchs Schmelzen mit zweifach-schwefelsaurem Kali erhalten, als auch das, welches durchs Schmelzen mit kohlenaurem Natron und Schwefel gereinigt, und darauf mit saurem schwefelsaurem Kali geschmolzt worden war, mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure übergossen, und wird dann metallisches Zinn hinzugefügt, so erhält man nach einiger Zeit, wenn man von Zeit zu Zeit erwärmt, eine grün blaue Lösung,

die auch nach dem Filtriren diese Farbe behält, und durch Verdünnung mit etwas Wasser schön blau wird. Die Erzeugung dieser blauen Lösung ist indessen von Umständen abhängig, die man nicht immer hervorzubringen im Stande ist. Denn oft färbt sich das Hydrat der Unterniobsäure, oder das niobsaure Natron durchs Kochen mit Chlorwasserstoffsäure und Zinn blau, ohne eine blaue Lösung zu geben, und oft erhält man eine schmutzig grüne Lösung, die durchs Verdünnen mit Wasser nicht blau wird. Eine besonders schön gefärbte Lösung erhält man, wenn die Unterniobsäure Spuren von Wolframsäure und von Uranoxyd enthält.

Die verschiedenen Unterniobsäuren, sie mögen aus den Columbiten von Bodenmais und von Nordamerika, oder aus dem Samarskit bereitet worden seyn, verhalten sich in dieser Hinsicht nach meinen Versuchen vollkommen gleich, und es ist nicht möglich irgend einen Unterschied zwischen ihnen aufzufinden. Ich mache hierauf besonders aufmerksam, weil v. Kobell eine blaue Lösung durch Behandlung mit Chlorwasserstoffsäure und Zinn nur bei der Säure des Euxenits, des Aeschynits, des Samarskits, und des sogenannten Tantalits von Tamela hervorgebracht hat, während die Säuren aus dem Columbit von Baiern und des Tantalits von Kimito durch diese Behandlung nur blau gefärbt werden, ohne eine blaue Lösung hervorzubringen. v. Kobell hält wegen dieser einzigen Reaction die Säure in den zuerst genannten Mineralien für eine eigenthümliche, und nennt sie *Diansäure*, und das Radical derselben *Dian*, so wie das Mineral, aus welchem er zuerst diese Säure ausschied, den Tantalit (Columbit) von Tamela in Finnland, *Dianit* ¹⁾.

- 1) Ich erlaube mir hierbei zu bemerken, daß N. Nordenskiöld schon vor längerer Zeit in Finnland Columbit gefunden hat, der von A. Nordenskiöld analysirt worden ist (*Beskrifning öfver de in Finland funna Mineralier*, S. 39). Er hat ganz die Zusammensetzung eines Columbits von Bodenmais, der etwas zersetzt ist, und besteht nach der Untersuchung aus Niobsäure (Unterniobsäure) verbunden mit Eisenoxydul und Manganoxydul, so wie mit Spuren von Wolframsäure und Zinnoxyd. Sein specifisches Gewicht ist wie das anderer Columbite und

Ich habe, um diesen Gegenstand aufzuklären, eine große Menge von Versuchen angestellt. Ich besaß eine bedeutende Menge von Samarskit; aus diesem wurde die Unterniobsäure dargestellt, und sorgfältig von allem Uranoxyd befreit. Nach v. Kobell ist die Säure des Samarskits Diansäure und nicht Unterniobsäure. Aber alle vergleichende Versuche, welche mit großer Sorgsamkeit angestellt wurden, konnten keinen Unterschied zwischen den Säuren des Columbits von Bodenmais und des Samarskits nachweisen. Es wurden immer gleiche Mengen von beiden Säuren der Einwirkung von Chlorwasserstoffsäure und von Zinn zu gleicher Zeit ausgesetzt. Nicht immer konnte bei beiden die blaue Lösung erhalten werden, sondern oft nur eine blaue Färbung der Unterniobsäure und eine filtrirte farblose Lösung, bisweilen auch eine schmutzig grüne Lösung. Es hängt dieß von der Concentration der Chlorwasserstoffsäure, von dem metallischen Zinn und von der Art der Erhitzung ab. Aber wenn mit denselben Reagentien durch die eine Art der Unterniobsäure ein Resultat erhalten wurde, so war dieß dem durch die andere Art der Säure zu gleicher Zeit gewonnenen vollkommen gleich. Gewöhnlich wandte ich die krytallisirten Natronsalze der beiden Säuren an, oft aber auch befolgte ich streng die Vorschrift, welche v. Kobell zur Dar-

wechselt von 5,4 bis 6,7. Je weniger er durch den Einfluß der Atmosphäre zersetzt ist, desto geringer wird, wie bei den Tantaliten, seine Dichtigkeit seyn. Durch dieses niedrige specifische Gewicht unterscheidet sich dieser Columbit von den Tantaliten von Kimito und Tamela, deren Dichtigkeit nie unter 7 geht, und gerade der Tantalit von Tamela hat eine größere Dichtigkeit als der von Kimito. Es findet sich der Columbit in Finnland nach Nordenskiöld nur an einer einzigen Stelle, und zwar zu Björkskar im Kirchspiel Pojo, in einem Aibitgranit. Wahrscheinlich ist der Dianit dasselbe Mineral wie dieser Columbit, obgleich v. Kobell Tamela als den Fundort des Dianits angiebt. Es ist indessen auch möglich, daß zu Tamela neben den Tantaliten auch Columbite vorkommen; Nordenskiöld erwähnt ihrer indessen nicht. Der Dianit hat nach v. Kobell das specifische Gewicht 5,5, während die Tantalite von Tamela eine Dichtigkeit haben, die nach Nordenskiöld zwischen 7,311 bis 7,943 schwanken kann.

stellung der blauen Lösung der Diansäure gegeben hat, nach welcher man die Säure mit Kalihydrat im Silbertiegel schmelzen, die filtrirte Lösung der geschmolzenen Masse darauf durch Chlorwasserstoffsäure etwas übersäuern, dann mit Ammoniak neutralisiren, die gefällte Säure mit etwas Ammoniak digeriren und dann auswaschen muß.

Durch ein Metall, welches das Wasser unter Wasserstoffgasentwicklung nicht zersetzt, wie Kupfer, kann auch die Unterniobsäure nicht in die blaue Modification verwandelt werden.

Bei den vielen Untersuchungen, die ich mit den Verbindungen der Unterniobsäure angestellt habe, erhielt ich oft eine schön gefärbte Säure, ohne sicher angeben zu können, auf welche Weise sie entstanden war. Als ich einst unterniobsaures Natron, das Papierfasern vom Filtrum gemengt enthielt, mit concentrirter Schwefelsäure erhitze, war die Masse an den Rändern schön blau geworden. Ich fügte nun wenige Tropfen Alkohol hinzu und erhitze wiederum, wodurch das Ganze zwar braun wurde, aber durch Zusetzen von etwas Wasser und vorsichtiges Abdampfen konnte eine ganz blaue Säure erhalten werden, die durch vieles Wasser so von der Schwefelsäure getrennt werden konnte, daß endlich das Waschwasser durch Chlorbaryum nicht mehr getrübt wurde. Auch nach dem Trocknen behielt die Säure ihre schöne blaue Farbe; bis zum Glühen an der Luft erhitzt, wurde sie gelblich und nach dem Erkalten weiß.

Ich habe später nicht wieder eine Säure von dieser schönen blauen Farbe erhalten können, sowohl wenn ich dasselbe Verfahren anwandte, als auch dasselbe mannichfaltig modificirte. Sehr oft zwar erhielt ich die Säure dann bläulich, oft bläulichbraun gefärbt, aber nie schön blau.

Ich hoffte, sicherer die blaue Modification der Unterniobsäure zu erhalten, wenn ich die Lösung des neutralen Natronsalzes dieser Säure der Einwirkung der Volta'schen Säule aussetzte. Ich wandte eine ziemlich starke Grove'sche Säule von sechs Elementen an. Die Lösung des neu-

tralen unterniobsauren Natrons, welche das Lackmuspapier bläut, wurde sowohl mit dem positiven als auch mit dem negativen Pole, welche beide aus dünnem Platinblech bestanden, in Berührung gebracht, und durch einen Thoncyylinder, der in ein Becherglas gestellt wurde, konnte die Wirkung der beiden Pole auf die getrennten Flüssigkeiten untersucht werden. Der Thoncyylinder und das Becherglas waren beide ungefähr bis zur Hälfte mit der Lösung des unterniobsauren Salzes angefüllt. Es schied sich in der Lösung des positiven Poles sogleich dicke breiartige Unterniobsäure aus, und die Lösung wurde sehr schwach sauer, durch Bildung eines sauren Salzes der Unterniobsäure. Die Flüssigkeit am negativen Pole wurde sehr stark alkalisch, und das Platinblech des Pols wurde blau und schwarz von reducirtem Niob. Die Menge desselben war indessen sehr gering, und der Versuch mußte unterbrochen werden, weil die Wanderung nach dem negativen Pole so stark war, wie ich sie bei der Zersetzung keines anderen Salzes vermittelst der Säule wahrgenommen hatte. Denn die am positiven Pole sich ausgeschiedene Säule wurde endlich fast ganz trocken und alle Flüssigkeit ging in das Gefäß des negativen Pols. Die alkalische Flüssigkeit dieses Pols gab mit Chlorwasserstoffsäure und mit verdünnter Schwefelsäure dicke Niederschläge von weißer, und nicht wie ich erwartet hatte, von bräunlicher Farbe.

(Schluß folgt.)

**XIII. Ueber die Theorie der nordöstlichen und südwestlichen Winde in der gemäßigsten Zone;
von C. Koppe, in Soest.**

Während in der Nähe des Aequators die emporgestiegene warme Luft in der Richtung nach den Polen hin oben abfließt, kalte Luft aus höheren Breiten unten einströmt, sollen, wie man gewöhnlich annimmt, in größerem Abstände vom Aequator der Aequatorial- und der Polarstrom nicht über einander, sondern neben einander hergehen. Bei dieser Annahme ist jedoch die Kraft nicht aufzufinden, durch welche die Bewegung des neben dem Polarstrom hergehenden Aequatorialstroms unterhalten wird. Denn wenn dieser auch die ihm, als er noch über jenem herging, ertheilte Bewegung, nachdem er sich zur Erdoberfläche herabgesenkt hat, noch für eine Strecke fortsetzt, so läßt sich doch nicht annehmen, daß er, bloß dem Trägheitsgesetze folgend, bei den mannichfaltigen Hindernissen, welche seiner weiteren Bewegung an der Erdoberfläche entgegenstehen, diese Bewegung längere Zeit beibehalten und in die vor ihm liegenden Luftmassen wie ein Mauerbrecher auf weite Strecken hin eindringen werde, zumal noch überdies die nämliche Ursache, welche den neben ihm hergehenden Polarstrom nach dem Aequator hintreibt, bei gleicher Entfernung beider Ströme vom Aequator auf gleiche Weise und mit gleicher Stärke auch den Aequatorialstrom, nachdem er sich bis zur Erdoberfläche herabgesenkt hat, so wie die in der Richtung seiner Bewegung vor ihm liegenden Luftmassen nach dem Aequator hinziehen und daher eine baldige Umkehr des zur Erdoberfläche herabgegangenen Aequatorialstroms bewirken muß.

Die südwestlichen Winde pflegen in der nördlichen gemäßigsten Zone sich durch größeren Dampfgehalt auszuzeichnen und die Regenwolken zu bringen. Auch dies ist schwieriger zu begreifen, wenn sie ihre Entstehung dem Aequatorialstrom verdanken, welcher, aus Höhen stammend,

in denen selbst am Aequator sich die Temperatur dem Eispunkte nähert, sich zur Erdoberfläche herabgelassen hat.

Bei den angegebenen Bedenken, welche der gewöhnlichen Erklärung der veränderlichen Winde in der gemäßigten Zone entgegenstehen, versuchen wir dieselbe durch eine andere zu ersetzen.

Es sey A Fig. 17 Taf. III ein Punkt des (thermischen) Aequators, P der Pol (Kältepol), AP ein durch diese Punkte gehender verticaler Durchschnitt der Erdoberfläche. Dafs wir denselben als eine gerade Linie zeichnen, ist für das Auge angenehmer, für das Folgende aber unwesentlich, wenn wir uns nur die Richtung der Schwere überall senkrecht zur Linie AP vorstellen.

Da die Temperatur der Atmosphäre mit der Entfernung vom Aequator und der Annäherung an den Pol mehr und mehr abnimmt, so werden wir die Gränze der Atmosphäre ap nicht als eine der Erdoberfläche AP parallele, sondern als eine gerade oder krumme Linie, beides ist für das Folgende gleichgültig, zu zeichnen haben, welche sich von a nach p hin gegen die Erdoberfläche AP senkt.

Da in a die Atmosphäre ihre grösste Höhe hat, so wird die Luft hier unausgesetzt in der Richtung nach den Polen hin abfliessen, unten bei A aber aus höheren Breiten einströmen, eine Annahme, welche bekanntlich durch die Erscheinung der Passate bestätigt wird. Eben so dürfte nun aus ähnlichen Gründen oben bei p beständig Luft zu-, unten bei P wegströmen, worüber jedoch ausreichende Beobachtungen fehlen. Anders gestalten sich die Verhältnisse in Punkten an der Erdoberfläche B und C , welche um einen gröfseren Abstand von dem Aequator und dem Pole entfernt sind, indem hier oben bei b und c ebensowohl Luft zu- als abfließt. Es bedarf zwar der Erwähnung nicht, dafs die nämliche Ursache auch eine Bewegung der Luft an der Erdoberfläche in der Richtung von C nach B hin, welche wir die *normale* nennen wollen, herbeiführen kann. Nehmen wir an, dafs diese Bewegung auf der ganzen Strecke von P nach A ununterbrochen stattfinde, so würde dies voraussetzen, dafs der Luftdruck auf dieser Linie an der

Erdoberfläche unausgesetzt abnimmt, in P am größten, in A am kleinsten ist. Wenn aber oben bei c beträchtlich mehr Luft ab- als zuströmt, eine Annahme, für welche wir zunächst nur den einen mechanischen Grund anführen wollen, daß in c schon die Neigung der Gränze der Atmosphäre einen Abfluß nach p hin veranlaßt, während die in c von b herzuströmende Luft ihre Bewegung über c hinaus mit der vollen Geschwindigkeit, mit welcher sie anlangt, fortsetzt oder doch fortzusetzen strebt, so kann es auch geschehen, daß der Luftdruck an der Erdoberfläche bei C unter dem bei B stattfindenden Luftdruck herabgeht, und daß in Folge hiervon eine Bewegung der Luft an der Erdoberfläche von B nach C , also in der Richtung vom Aequator nach dem Pole, welche wir die *abnorme* nennen wollen, eintritt.

Indem nach der obigen Darstellung in der Nähe von A und P die Bewegung der Luft allzeit in der *normalen* Richtung vom Pole nach dem Aequator hin erfolgt, so müssen, wenn der zuletzt besprochene Fall eintritt, zwischen A und P zwei Punkte des Ueberganges liegen, in denen die *normale* Bewegung in die *abnorme* sich umsetzt. In diesen Punkten, in denen offenbar Windstille herrschen muß, und als welche wir die Punkte B und C annehmen wollen, wird die Windstille durch gerade entgegengesetzte Verhältnisse bedingt. In B ist der Luftdruck im Vergleich gegen die nördlicher und südlicher gelegenen Gegenden ein Maximum, in C ein Minimum, von B strömt die Luft nach entgegengesetzten Richtungen fort, in C aus entgegengesetzten Himmelsgegenden ein.

Indem aber durch den Abfluß in B und durch den Zufluß in C sich dort der Luftdruck vermindert, hier vergrößert, kann die *abnorme* Bewegung der Luft an der Erdoberfläche von B nach C hin keine andauernde seyn; sie muß vielmehr nach einer gewissen Zeit wieder in die *normale* übergehn. Je länger aber diese anhält, je mehr ihre Geschwindigkeit wächst, und indem sie sich dem Trägheitsgesetze folgend noch fortsetzt, nachdem die dieselbe her-

beiführenden Bedingungen bereits überschritten sind, werden aufs Neue diejenigen Ursachen, welche die *abnorme* Bewegung hervorrufen, eintreten können.

Es würden hiernach die Strömungen der Luft an der Erdoberfläche zwischen *B* und *C* der schwingenden Bewegung eines Pendels zu vergleichen seyn. So wie das Pendel in dem Foucault'schen Versuche bei dem Hin- und Hergange nicht die nämliche Base durchläuft, in ähnlicher Art, wenn auch aus verschiedenen Gründen, wird die sich umsetzende Luftströmung ihren rückgängigen Lauf über andere Gegenden der Erdoberfläche, als beim Hingange nehmen können. Eben so werden auch die Uebergangspunkte, welche wir mit *B* und *C* bezeichnnet haben, nicht beständig in die nämliche Entfernung vom Aequator oder Pole fallen, sondern bei der großen Mannichfaltigkeit und Veränderlichkeit der die Luftströmungen überhaupt bedingenden Ursachen eine vielfach wechselnde Lage haben.

Wenn nach den bis jetzt auf der nördlichen Erdhälfte angestellten Beobachtungen bis auf eine nicht sehr beträchtliche Differenz gleiche Luftmengen in der Richtung vom Aequator nach dem Pole und in der entgegengesetzten Richtung bewegt werden, so läßt die oben vorgetragene Ansicht noch die Frage offen, wodurch die in der Region der Passate an der Erdoberfläche unausgesetzt stattfindende Strömung der Luft in der Richtung nach dem Aequator hin, in unserer Figur, wie wir annehmen wollen, von *B* nach *A* unterhalten wird, und welchen Abflufs die im obern Luftmeer nach dem Pole hin, in unserer Figur von *c* nach *p*, strömende Luft findet.

Wir erwiedern hierauf, dafs die in der Region der Calmen aufgestiegene warme Luft nicht blofs seitlich abfliessen, sondern auch vermöge ihres durch Temperaturerniedrigung und Condensation der Dämpfe vergrößerten specifischen Gewichtes sich mehr und mehr senken muß, wodurch ausser dem Abflufs nach dem Pole hin zugleich eine mehr oder minder stark circulirende und bis an die Erdoberfläche herabgehende Bewegung der Luft in der Richtung *AabBA*

hervorgerufen wird. Es dürfte daher nicht bloß in der Region der Calmen eine aufwärts gerichtete Luftströmung stattfinden, sondern auch schon in größerem Abstände von derselben die Strömung des unteren Passates nicht ausschließlich in horizontaler, sondern wenigstens theilweise in schief aufwärts gehender Richtung erfolgen. Aus umgekehrten, übrigens aber ganz analogen Gründen werden wir auch für die Polargegenden eine circulirende Strömung der Luft in der Richtung *PCcpP* annehmen dürfen, und die nämlichen Gründe werden uns nöthigen, auch für die weiter vom Pole und Aequator entfernten Gegenden die Annahme von dergleichen circulirenden Strömen zuzulassen.

Dafs aber die oben aufgestellte Theorie mit dem Drehungsgesetze des Windes in vollem Einklange steht, wird der besonderen Auseinandersetzung nicht bedürfen.

**XIV. Meteorsteinfall zu Wedde, Prov. Groningen,
Holland, am 8. Juli 1852;
mitgetheilt von Dr. Otto Buchner in Gießen.**

Dieses merkwürdige Ereigniß ist bis jetzt in Deutschland ganz unbekannt geblieben. Die Berichte darüber sind in holländischen Schriften vergraben (*Provinziale Groninger-Courant* 13. Juli 1852 und *Allgemeene Konst-en Letterbode*, wahrscheinlich Ende 1852); durch die Güte des Hrn. Vrolik in Amsterdam bin ich in den Stand gesetzt, aus dem Bericht in der letzteren Schrift das Wesentlichste im Auszug zu geben.

Am 8. Juli 1852 ungefähr um 9 Uhr Morgens hörte man an den meisten Orten in Friesland, Groningen und Drenthe, sowie an einigen Orten von Ostfriesland ein heftiges donnerartiges Getöse, worauf ein allmählich abneh-

mender rollender Lärm folgte. Dabei war der Himmel klar und wolkenlos. Dr. W. Gleuns, junior, in Groningen sammelte viele Notizen und Aussagen über das Ereigniß. So hatte Jemand vom Emsdeik bei Oterdum aus in S. W. einen feurigen Streifen am Himmel gesehen. Andere Beobachter zu Zandt und Loppersum hatten einige Lichterscheinung wie Wetterleuchten wahrgenommen. Zu Dalen in der Prov. Drenthe hatten verschiedene Personen eine Feuer-masse in der Form eines abgestumpften Kegels nach der Erde zu fallen sehen. Zwei Arbeitsleute, die zu Nieuwolde auf dem Dache eines Hauses beschäftigt waren, sahen zwischen Wagenborgen und Woldendorp, also in östlicher Richtung, einen eiförmigen Körper sich durch die Atmosphäre bewegen, der einen hellen Streif zurückliefs. Der Feldhüter der Gemeinde Wedde war mit seinem Sohn auf dem Felde, als die Explosion stattfand. Letzterer sah auch eine Masse niederfallen, der Vater hielt dies für Augentäuschung und es wurde nicht von ihnen nachgesucht. Erst am Vormittag des folgenden Tages kam der Bürgermeister von Wedde, der in Blijham wohnt, suchte mit dem Knaben an der bemerkten Stelle, und da fand sich dann auch der Stein.

Dieser ist ausßen schwarz oder schwärzlich grau, innen dunkelbraun und gefleckt; weiter laufen 4 gerade linienförmige Eindrücke über seine Oberfläche, die blau gefärbt sind. Er hat die Gestalt einer schiefen dreiseitigen Pyramide, deren Seiten ungleich und unregelmäßig sind. Die Bruchflächen sind beinahe überall einigermassen glatt (glasirt?). Beim Auffallen des Steines auf den Boden waren einige Stückchen davon abgesprungen. Seine Oberfläche ist sehr rein und haften keine Erdtheilchen daran, was beweist, daß er nur ganz kurze Zeit im Boden gelegen haben kann. Die größte der vier Vertiefungen der Oberfläche hat einen Durchmesser von 6 Linien (*streep*) und eine Tiefe von etwa 5 Linien; die Höhe des Steins von der Grundfläche bis zu der einigermassen abgerundeten Spitze beträgt 56 Linien. Die größten Abstände bei der einigermassen

dreieckigen Grundfläche betragen 34, 35 und 36 Linien, das ganze Gewicht nur 0,0556 Niederl. Pfund und das spec. Gewicht 2,06.

Der Stein wirkt etwas auf die Magnetnadel, aber nicht stark; er zeigt selbst Polarität.

An demselben Morgen soll der Blitz das Torfmoor zu Zuiderveen entzündet haben. Es wurde vermuthet, dafs auch da ein grofser Meteorit gefallen sey. Dafs die Nachforschungen Erfolg hatten, ist unwahrscheinlich; man hat wenigstens nichts darüber gehört.

Der Stein von Wedde ist jetzt im Museum zu Groningen. Hr. van Ankom wird eine chemische Analyse desselben veröffentlichen.

Hierbei noch einige kleine Notizen.

In der Provinz Friesland soll, einer brieflichen Mittheilung zufolge, durch einen Polizeienten ein runder Meteorit von der Gröfse eines Kiebitzeies gefunden worden seyn; sein spec. Gewicht ist 2,666. Doch ist noch einiger Zweifel in seine meteorische Natur zu setzen.

In Hrn. von Reichenbach's interessanten Mittheilungen in Bd. 107 und 111 dieser Annalen wird mehrfach das *Caryforteisen* erwähnt. Hr. v. Reichenbach hatte die Güte, mir auf meine Anfrage mitzutheilen, dafs Caryfort in Nordamerika sey und er ein grofses Stück davon besitze. In Shepard's Sammlung ist es nicht; auch Grey in Manchester kennt es nicht. Nirgends findet sich eine Notiz über dasselbe. Es wäre interessant, etwas Genaueres darüber zu erfahren. In der ausgezeichneten Reichenbach'schen Sammlung finden sich Meteoriten, über welche man nirgends sonst irgend eine Notiz findet (aufer Caryfort z. B. Tunga, Bruce etc.). Es wäre sehr dankenswerth, wenn Hr. v. Reichenbach darüber einige Mittheilungen zu machen hätte.

XV. Meteorsteinfall zu New-Concord, Muskingum County, im Staat Ohio.

Ueber diesen gewaltigen Meteorsteinfall, der sich am 1. Mai 1860 zutrug, theilte mir Hr. Haidinger in Wien, aus einem Briefe des Prof. Silliman, bereits im Sommer folgendes mit (P).

»Mehr als dreißig Steine sind schon aufgefunden, der größte derselben wiegt 103 Pfund, mehrere wogen 50 Pfund und darunter. Glücklicherweise konnte der hochverdiente Meteoritenforscher J. Lawrence Smith, von Louisville, Kentucky, aus, ein Paar Tage nach dem Ereignisse auf dem Platze seyn, und es gelang ihm mehrere der schönsten Steine zu bergen. Prof. Shepard besitzt nun auch drei derselben, und unsere Sammlungen sind so der Betheilung gewiss. Der große Stein wurde erst drei Wochen nach dem Falle entdeckt. Er war am Fusse einer Eiche, deren Wurzel er zerschnitt, drei Fufs tief in die Erde eingedrungen. Er wird als nahezu fünfeckig, rings unrundet und sehr fest beschrieben. Die zerbrochenen Steine sind feldspathartig, grau, mit Kügelchen wie der Weston-Stein (vom 14. Dec. 1807). Eine chemische Analyse ist eingeleitet (und ist bei dieser Zeit schon gedruckt, Bemerk. von Verhandl. am 15. Juni). Das Ereigniß fand statt um 12 Uhr 46 Minuten am hellen Tage. Eine laute Explosion erregte in Marietta am Ohio, etwa 50 Meilen (engl.) allgemeines Aufsehen und erschütterte selbst die Häuser. Einige Herren, in der Meinung ein Dampfer auf dem Muskingum Flusse wäre explodirt, eilten dahin, fanden aber nach 18 zurückgelegten Meilen, daß die Richtung des Schalles nach der Angabe der Bewohner, wieder vom Flusse hinwegwies. In Concord wurden drei Explosionen gehört, einige Personen zählten 23, so nahe aneinander liegend wie Pelotonfeuer. Zwischen den drei ersten Explosionen werden Zwischenräume von 10 und von 3 Sekunden angegeben. Im Augenblicke der

letzten Explosion sah man einen Schauer schwarzer Flecke, einer Flucht schwarzer Vögel verglichen, wie aus einer überhangenden Wolke mit wundervoller Geschwindigkeit gegen die Erde zu herabstürzen. Die Steine lagen auf einem Raum von 3 Meilen Breite und 16 Meilen Länge in der Richtung von N. O. nach S. W. Hr. Patterson, auf dessen Gut der große Stein gefunden wurde, kommt nun nach Connecticut. Es sind ihm schon 500 Dollar dafür geboten worden. Im Ganzen hat man gegen 700 Pfund von diesem gewaltigen Meteorsteinsturze aufgesammelt, auch hat man höchst genaue Beobachtung der Erscheinungen, so dafs derselbe wohl einer der am besten beurkundeten ist.

Seitdem sind in dem *American Journ. of Science and arts, New. Series Vol. XXX, p. 103* ausführliche Berichte über dieses Ereignis erschienen, welche noch verschiedene Einzelheiten desselben beibringen.

Es mag daraus nur hervorgehoben werden, dafs das Meteor seinen Weg von Südost nach Nordwest nahm, dafs man aber dennoch die Explosionen vom Zenith gen Südost fortschreiten hörte, aus dem Grunde, weil die Geschwindigkeit des Meteorites die des Schalls übertraf und man deshalb die späteren und näheren Explosionen eher hörte als die früheren und entfernten.

Nach Angabe des Hrn. D. M. Johnson zu Coshocton, im Staat Ohio, hatte der Meteorit das spec. Gewicht 3,5417 und die Zusammensetzung:

Kieselerde	51,250
Eisenoxydul	25,204
Bittererde	8,873
Thonerde	5,325
Kalk	0,785
Eisen	8,803
Nickel	2,360
Schwefel	1,184
Chrom	Spur
Phosphor	Spur
Wasser	0,035
	<hr/> 103,819.

XVI. *Erster Entdecker des Beharrens der Schwingungsebene eines freien Pendels.*

In den *Compt. rend. T. LI, p. 575* weist ein Hr. Dehaut nach, daß nicht Hr. Foucault, sondern der vorzüglich als Literat und dramatische Dichter bekannte Poinsinet de Sivry als erster Entdecker des Beharrens der Schwingungsebene eines freien Pendels angesehen werden müsse, indem derselbe in einer Anmerkung zu der von ihm (in Gemeinschaft mit Andern) besorgten französischen Uebersetzung der *Historia naturalis* von Plinius, Vol. XII, p. 486 (Paris 1782) buchstäblich folgendes sage:

»Il y a un moyen d'obtenir une boussole sans aimant; c'est par un pendule mis en vibration, selon une direction connue et relative à deux des points cardinaux en opposition; car le vaisseau, en tournant sur lui même, ne dérangerait pas pour cela cette direction une fois donnée au pendule ¹⁾, qu'il ne s'agirait plus que d'entretenir en mouvement par une puissance uniforme et indifférente aux quatre points cardinaux, c'est-à-dire par une puissance ou force motrice constamment dirigée de haut en bas. Si donc ce pendule, vers le haut de sa broche ou de sa corde, en un mot, vers le point de suspension, était muni d'une petite voile tendue, sur laquelle agirait de haut en bas la puissance anémique d'un soufflet, qui ne serait mis en jeu que d'une manière intermittente, et lorsque le pendule, en s'élevant de ce côté, aurait rapproché sa voile de se soufle

1) Poinsinet de Sivry (geboren 1733 Febr. 20 zu Versailles und gestorben 1804 März 11 zu Paris) war kein Mathematiker oder Physiker; man könnte daher wohl fragen, woher er denn die Kenntniß hatte, daß die Drehung des Schiffes keinen Einfluß habe auf die Richtung der Schwingungsebene des Pendels. Beweise dafür bringt er nicht bei; man möchte daher glauben, daß auch er schon einen Vorgänger in dieser Sache besaß.

moteur; on conçoit qu'un tel pendule conserverait son mouvement, et qu'en outre, il conserverait toujours sa direction première; laquelle, étant connue, donnerait une boussole sans aimant. »¹⁾

XVII. *Neues leicht flüssiges Metall.*

Dr. B. Wood zu Nashville in Tennessee hat ein Patent genommen auf eine leicht flüssige Legirung, die schon zwischen 150 und 160° F. schmilzt und aus 1 bis 2 Thl. *Kadmium*, 7 bis 8 Thl. *Wismuth*, 2 Thl. *Zinn* und 4 Thl. *Blei* besteht. Die Verhältnisse können nach den übrigen Eigenschaften, die man von der Legirung verlangt, etwas verändert werden. Er hat auch gefunden, dafs das *Kadmium*, während es Kupfer, Zinn, Blei und *Wismuth* schmelzbarer macht, die Schmelzbarkeit von *Antimon*, Silber und *Quecksilber* nicht erhöht, ferner, dafs es mit Blei, Zinn, Silber und *Quecksilber* geschmeidige, mit Gold, Kupfer und Platin aber spröde Legirungen liefert. (*Silliman's Journ. N. S. Vol. XXX, p. 271*, dessen Herausgeber den Schmelzpunkt einer Legirung von 2 *Kadmium*, 2 *Zinn*, 4 *Blei* und 8 *Wismuth* zu 158° F. (70° C.) fanden²⁾).

- 1) Die Angaben dieser Bussole würden indefs, wegen der Drehung der Erde, immer noch eine etwas missliche Berichtigung für die Tageszeit erfordern. (P.)
- 2) Es wird nicht unpassend seyn, hier daran zu erinnern, dafs wir an der Legirung von *Kali* und *Natrium* eine noch viel leichter schmelzbare besitzen, da dieselbe selbst bei 0° C. noch flüssig ist. (P.)